

**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL EN FUNCIÓN DE LOS
MICROPLÁSTICOS, RESIDUOS SÓLIDOS EN ARENA Y RESIDUOS SÓLIDOS
FLOTANTES DE LAS PLAYAS DE CAÑO DULCE Y PUERTO VELERO, EN EL
DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO.**

IMERA JUDITH PERTUZ MONTOYA

LEIDY STHEFANY VIZCAINO TAMAYO



**C O R P O R A C I O N
UNIVERSIDAD
DE LA COSTA
1970**

CORPORACIÓN UNIVERSIDAD DE LA COSTA

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL

INGENIERÍA AMBIENTAL

BARRANQUILLA, COLOMBIA

2020



**EVALUACIÓN DE LA CALIDAD AMBIENTAL EN FUNCIÓN DE LOS
MICROPLÁSTICOS, RESIDUOS SÓLIDOS EN ARENA Y RESIDUOS SÓLIDOS
FLOTANTES DE LAS PLAYAS DE CAÑO DULCE Y PUERTO VELERO, EN EL
DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO.**

**IMERA JUDITH PERTUZ MONTOYA
LEIDY STHEFANY VIZCAINO TAMAYO**

**TRABAJO DE GRADO PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL
TÍTULO DE: INGENIERO AMBIENTAL.**

DIRECTOR: ING. RUBEN CANTERO RODELO.

**UNIVERSIDAD DE LA COSTA – CUC
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES
PROGRAMA DE INGENIERÍA AMBIENTAL
BARRANQUILLA, COLOMBIA.**

2020.



Nota de aceptación.

Presidente del Jurado.

Jurado.

Jurado.

Barranquilla, 2020.



Dedicatoria

Principalmente a Dios, por ser ÉL mi guía, mi respuesta en la necesidad y darme la fuerza en los momentos difíciles para continuar en este proceso.

A mis padres Pilar y Augusto, que son el motor de mi vida, quienes me han brindado todo su apoyo, amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ustedes he llegado hasta aquí, y me siento enormemente orgullosa y privilegiada de ser su hija, son los mejores padres.

A mis hermanos Jhonathan y Jeffrey por estar siempre presentes, en especial a mi hermana Ismenia por ser mi compañía y mi apoyo moral a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A mi sobrino Augusto quien ha sido una inspiración en mi vida, es mi motivación para salir adelante y quiero ser su mayor orgullo, gracias por tus ocurrencias y risas.

A mis abuelas Aracely y Ena, a mi segunda madre Maritza, por tenerme en cada una de sus oraciones, muchísimas gracias por todos sus consejos llenos de sabiduría y amor, han sido incondicionales en mi vida.

Mis primas María José y Natalia, que han sido mi mano derecha y una guía en todo este proceso, las considero mis hermanas.

A mi amiga Leidy, que juntas afrontamos este reto y somos el dúo perfecto, muchas gracias por extenderme una mano y siempre estar presente para mí.

A todos mis familiares y amigos que me han brindado su apoyo para que este proyecto se realizara con éxito, en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Imera Pertuz Montoya



Dedicatoria

A DIOS que me permite seguir adelante sin importar las adversidades, me llena de fuerzas infinitas y me guía por los senderos que la vida me presenta, no temeré porque ÉL toma mi mano con fuerza y nunca me abandona.

A mis padres, Sergio y Rubiela, por su comprensión, apoyo incondicional y por enseñarme que la vida está llena de retos que debemos afrontar y siempre ser felices.

Especialmente a mi madre, que constituye el pilar fundamental de lo que soy y lo que seré, por enseñarme y ayudarme a forjarme como persona, con mis valores, principios, disciplina, perseverancia y con una inmensa dosis de amor. Siempre dispuesta a cuidar de mí en las largas y agotadoras noches de estudio.

A mi sobrino Daniel Alejandro, por llenar mi vida de alegría, enseñarme nuevos sentimientos, transformar mi realidad y ser uno de los motores principales de mi vida, que me impulsa a crecer personal y profesionalmente para brindarle siempre lo mejor de mí.

A mis hermanas, Lizeth y Karen, por ser siempre mis modelos a seguir, por ser mis amigas, mi polo a tierra, mi apoyo incondicional, por impulsarme a seguir y darme luz cuando me sentía sin fuerzas, gracias por confiar en mí.

A mi compañera y amiga de batallas, Imera, por ser mi cómplice en este reto, que es el primero de muchos que llenaran nuestras vidas profesionales y personales, gracias por brindarme tan hermosa amistad y ser incondicional.

A mi tutor de tesis Rubén Cantero, que más que un profesor es un amigo, gracias por confiar en nosotras y por brindarnos la oportunidad de recorrer con usted tan bella experiencia.

A todos mis amigos especialmente Ana, a mis familiares que de alguna forma me apoyaron en este proceso y me dejaron infinitas enseñanzas.

Leidy Vizcaino Tamayo



Agradecimientos

Dios, tu amor y tu bondad hacia nosotros es infinito, te agradecemos porque nos permites sonreír ante todos nuestros logros que son el resultado de la fe, que de la mano con las buenas acciones nos han permitido avanzar por el sendero de la vida.

Agradecemos al profesor Rubén Cantero quien dirige el semillero de investigaciones sostenibles para el control de la contaminación — ISOCC.

Gracias querido profesor por el tiempo que nos dedicó, por confiar en nosotras, por sus esfuerzos, por su compromiso y paciencia, que fueron la base fundamental para el desarrollo de este proyecto.

Uno recuerda con aprecio a sus maestros brillantes, pero con gratitud a aquellos que tocaron nuestros sentimientos. (Carl Gustav Jung)

En este proceso, tuvimos el apoyo y la motivación de nuestros compañeros Zahory López, Alexa Martes, Betsy Fontalvo y Juan Rúa que nos brindaron su más sincera ayuda.

A Erika Arbeláez, coordinadora de laboratorio y la Ingeniera Liliana García, por asistirnos en la fase de laboratorio, ayudarnos ante las dificultades y ofrecernos parte de su tiempo y conocimiento.

A el grupo del proyecto titulado “Construcción de un Indicador de Calidad Ambiental de Playas Turísticas en el Caribe Norte Colombiano” ICAPTU, especialmente a Colciencias quien brindo los recursos necesarios para la ejecución de este proyecto mediante la Convocatoria 748 de 2016 y de la cual surge nuestro trabajo de grado. Gracias a la vida por este nuevo triunfo...



Resumen

Este estudio se encuentra enmarcado dentro del proyecto “Construcción de un indicador de calidad ambiental ecosistémica en las playas turísticas del Caribe Norte Colombiano” ICAPTU, la investigación consiste en la evaluación de la Calidad Ambiental en función de los Microplásticos, Residuos Sólidos en Arena y Residuos Sólidos Flotantes de las playas de Caño Dulce y Puerto Velero, en el departamento del Atlántico. Según metodología que proporciona ICAPTU. La Calidad Ambiental Ecosistémica (CAE) puede obtener valores entre cero (0) y uno (1). En este sentido, se puede considerar el nivel de afectación o amenaza en la que se encuentran el ecosistema de la playa al asignar un Grado de Valoración final (Grado A: Excelente, Grado B: Bueno, Grado C: Aceptable, Grado D: Regular y Grado E: Malo). Por consiguiente, se realizaron monitoreos en los meses de Julio, Octubre, 02 y 30 de Septiembre del año 2018, según los resultados obtenidos se encontró que la Calidad Ambiental Ecosistémica (CAE) en función del parámetro Microplásticos en arena es “mala” para las playas de Caño Dulce y Puerto Velero, en función del parámetro residuos sólidos (arena), la playa de Caño Dulce presenta una CAE mala con un grado de valoración E, mientras que la playa de Puerto Velero muestra una CAE regular con un grado de valoración D, el parámetro Residuos sólidos flotantes, obtuvo valores mayores que uno (1) para las playas de Caño Dulce y Puerto Velero, lo anterior se encuentra relacionado directamente con el Grado de Valoración de CAE Excelente. Finalmente, estos parámetros suministran una herramienta de análisis para las medidas de gestión que deberán determinarse frente a las fuentes que se identifiquen como generadoras de residuos.

Palabras clave: Calidad Ambiental Ecosistémica (CAE), Microplástico, Residuos sólidos en la arena, Residuos sólidos flotantes, densidad de usuario, Caribe Colombiano



Abstract

This study is framed within the project "Construction of an indicator of ecosystem environmental quality in the tourist beaches of the Colombian North Caribbean" ICAPTU, the research consists of the evaluation of Environmental Quality based on Microplastics, Solid Waste in Sand and Waste Floating solids from the beaches of Caño Dulce and Puerto Velero, in the department of Atlántico. According to methodology provided by ICAPTU. The Ecosystem Environmental Quality (EAC) can obtain values between zero (0) and one (1). In this sense, the level of affectation or threat in which the beach ecosystem is found can be considered when assigning a Final Evaluation Grade (Grade A: Excellent, Grade B: Good, Grade C: Acceptable, Grade D: Fair and Grade E: Bad). Consequently, monitoring was carried out in the months of July, October, 02 and September 30 of the year 2018, according to the results obtained, it was found that the Ecosystemic Environmental Quality (EAC) based on the parameter Microplastics in sand is "bad" for the Caño Dulce and Puerto Velero beaches, depending on the solid waste parameter (sand), Caño Dulce beach has a bad EAC with a rating E, while Puerto Velero beach shows a regular EAC with a rating grade D, the floating solid waste parameter, obtained values greater than one (1) for the beaches of Caño Dulce and Puerto Velero, the above is directly related to the Grade of Assessment of CAE Excellent. Finally, these parameters provide an analysis tool for the management measures that must be determined against the sources that are identified as generating waste.

Keywords: Ecosystem Environmental Quality (CAE), Microplastic, Solid waste in the sand, Floating solid waste, user density, Colombian Caribbean



Contenido

Lista de tablas y Figuras	12
1. Introducción.....	19
2. Objetivos.....	21
2.1. Objetivo general	21
2.2. Objetivos específicos.....	21
3. Planteamiento del Problema	21
4. Justificación	23
5. Estado del arte	25
5.1. Microplásticos	25
5.2. Residuos sólidos en playa.	28
5.3. Densidad de Usuario.	29
6. Marco Teórico	31
6.1. Zona Costera	31
6.2. Microplásticos	32
6.3. Residuos sólidos en la arena y flotantes.....	34
6.4. Densidad de usuario	37
6.5. Calidad ambiental en playas turísticas	38
6.6. Delimitación Territorial del Destino Turístico de Playa.	39
7. Metodología.....	42



7.1.	Tipo de Estudio	42
7.2.	Área de estudio	42
7.3.	Fase de campo	44
7.3.1.	Procedimientos de monitoreo.	45
7.4.	Técnicas de recolección de datos	53
7.4.1.	Recolección de la información.....	53
7.5.	Fase de laboratorio	54
7.5.1.	Microplásticos.....	54
7.5.2.	Residuos sólidos en la arena	58
7.5.3.	Residuos sólidos flotantes.....	59
7.6.	Análisis de datos y métodos estadísticos.....	60
8.	Resultados.....	61
8.1.	Playa Caño Dulce	61
8.1.1.	Microplásticos.....	61
8.1.2.	Residuos sólidos en arena	65
8.1.3.	Residuos sólidos flotantes.....	68
8.1.4.	Matriz de Correlación	71
8.2.	Playa Puerto Velero.....	75
8.2.1.	Microplásticos.....	75
8.2.2.	Residuos sólidos en arena.	79

8.2.3.	Residuos sólidos flotantes	81
8.2.4.	Matriz de correlación	83
8.2.5.	Densidad de usuario	84
9.	Discusión.....	86
9.1.	Microplásticos.....	86
9.2.	Residuos sólidos en arena	91
9.3.	Residuos sólidos flotantes.....	97
9.4.	Densidad de usuario.....	98
9.5.	Influencia de Factores Meteomarineros	101
10.	Conclusiones	113
11.	Recomendaciones	116
12.	Referencias.....	118
13.	Anexos	135

Lista de tablas y Figuras

Tablas

Tabla 1. Coordenadas de puntos de muestreo para microplásticos	50
Tabla 2. Resumen de Resultados de Medición - Playa Caño Dulce	62
Tabla 3. Factor de Correlación de Spearman - Playa de Caño Dulce.....	72
Tabla 4. Resumen de Resultados de Medición	76
Tabla 5. Factor de Correlación de Spearman los parámetros de la playa de Puerto Velero.....	84
Tabla 6. Datos históricos del año 2018 de la temperatura de Tubará	110

Figuras

Figura 1. Ordenamiento de Playas.....	41
Figura 2. Mapa área de estudio.	43
Figura 3. Esquema del procedimiento de monitoreo de residuos sólidos en arena.	46
Figura 4. Esquema del procedimiento de monitoreo de residuos sólidos flotantes.	47
Figura 5. Esquema de muestreo perpendicular a la línea de costa.....	48
Figura 6. Esquema del dispositivo para la toma de muestras.	48
Figura 7. Esquema del procedimiento de monitoreo de microplásticos.	49
Figura 8. Zona de muestreo para residuos sólidos en arena.	49
Figura 9. Puntos de muestreo.	50
Figura 10. Esquema del procedimiento de la densidad de usuarios en playas.	51
Figura 11. Distribución de franjas de conteo.....	52
Figura 12. Ilustración técnica de conteo en zigzag.	53
Figura 13. Esquema del procedimiento en laboratorio de microplásticos.	55
Figura 14. Microplásticos presentes en la playa de Caño Dulce.	63



Figura 15. Tamaño de microplásticos por monitoreo en la playa de Caño Dulce.	63
Figura 16. Concentración de microplástico en cada monitoreo en la playa de Caño Dulce.	65
Figura 17. Residuos sólidos en arena por jornada en la playa de Caño Dulce.	66
Figura 18. (A) Residuos sólidos en arena por zonas y monitoreos en la playa de Caño Dulce. (B) Distribución de residuos sólidos en arena para la playa de Caño Dulce.	67
Figura 19. Residuos sólidos en arena encontrados en la playa de Caño Dulce	68
Figura 20. Densidad de residuos sólidos flotantes en la playa de Caño Dulce.	69
Figura 21. Tipos de residuo solidos flotantes de la playa de Caño Dulce.	70
Figura 22. Tipo de residuos sólidos flotantes por monitoreo en la playa de Caño Dulce.	70
Figura 23. Densidad de usuarios arena por jornada en la playa de Caño Dulce.	73
Figura 24. Densidad de usuarios en cada monitoreo en la playa de Caño Dulce.	74
Figura 25. Densidad de usuarios por franja en cada monitoreo de la playa de Caño Dulce.....	75
Figura 26. Microplásticos presentes en la playa de Puerto Velero.	77
Figura 27. Tamaño de microplásticos por monitoreo en la playa Puerto Velero.	78
Figura 28. Concentración de microplásticos por monitoreos en la playa de Puerto Velero.	78
Figura 29. Cuantificación de residuos sólidos en arena por jornada de monitoreo en la playa de Puerto Velero.	79
Figura 30. (A) Distribución de RSA por zonas en la playa de Puerto Velero; (B) Residuos sólidos en arena por zona y monitoreo en la playa de Puerto Velero.	80
Figura 31. Residuos sólidos en arena encontrados en la playa de Puerto Velero.	81
Figura 32. Densidad de residuos sólidos flotantes en la playa de Puerto Velero.	82
Figura 33. Tipos de residuo solidos flotantes de la playa de Puerto Velero.	82
Figura 34. Densidad de usuarios arena por jornada en la playa de Puerto Velero.	85

Figura 35. (a)Densidad de usuarios en cada monitoreo de la playa; (b) Densidad de usuarios por franja en cada monitoreo de la playa de Puerto Velero.	86
Figura 36. Representación del porcentaje de microplásticos encontrados en cada muestra según su tamaño	87
Figura 37. Tamaño de microplásticos para la playa de Puerto Velero y Caño Dulce.	88
Figura 38. (a) Concentración de microplásticos por monitoreos en la playa de Caño Dulce y Puerto Velero; (b) Microplásticos en cada monitoreo de la playa de Caño Dulce y Puerto Velero.	89
Figura 39. Promedio de concentración de microplásticos.	90
Figura 40. Residuos sólidos en arena para las playas de Caño Dulce y Puerto Velero.	91
Figura 41. Monitoreos de residuos sólidos en arena para la playa de Puerto Velero y Caño Dulce por jornadas.	92
Figura 42. Residuos sólidos en arena por zonas en playas de Puerto Velero y Caño Dulce.	94
Figura 43. Total de residuos sólidos en arena para las playas de Puerto Velero y Caño Dulce. .	95
Figura 44. (a). Tipos de residuos sólidos flotantes en las playas de Caño Dulce y Puerto Velero; (b). Densidad residuos sólidos flotantes en las playas de Caño Dulce y Puerto Velero.	97
Figura 45. Densidad de usuarios por monitoreo en la playa de Puerto Velero y Caño Dulce. ...	99
Figura 46. Densidad de usuarios en la playa de Puerto Velero y Caño Dulce por jornadas de monitoreo.	100
Figura 47. Distribución del régimen de viento en el mes de julio en Puerto Velero y Caño Dulce.	102
Figura 48. Campo de altura y dirección de la ola el 28 de julio del 2018.	103

Figura 49. Distribución del régimen de viento en el mes de septiembre en Puerto Velero y Caño Dulce.	103
Figura 50. Campo de altura y dirección de la ola el 02 de septiembre del 2018.	104
Figura 51. Campo de altura y dirección de la ola el 30 de septiembre del 2018.	104
Figura 52. Distribución del régimen de viento en el mes de octubre en Puerto Velero y Caño Dulce.	105
Figura 53. Campo de altura y dirección de la ola el 28 de octubre del 2018.	105
Figura 54. Principales sistemas de corrientes en el Caribe: Giro Panamá-Colombia (GPC), Corriente del Caribe (CC), Contra Corriente Panamá Colombia (CCPC).	106
Figura 55. Comportamiento del mes de julio de la temperatura del aire (a) y acumulado de precipitación (d) en Puerto Velero y Caño Dulce.	109
Figura 56. Comportamiento del mes de septiembre de la temperatura del aire (a) y acumulado de precipitación (d) en Puerto Velero y Caño Dulce.	109
Figura 57. Comportamiento del mes de octubre de la temperatura del aire (a) y acumulado de precipitación (d) en Puerto Velero y Caño Dulce.	110
Figura 58. Residuos Sólidos Flotantes.	154
Figura 59. Toma de Muestras de Residuos Sólidos Flotantes.	154
Figura 60. Toma de Muestras de Microplásticos.	155
Figura 61. Muestreo de Microplásticos.	155
Figura 62. a. Muestra de Microplásticos playa Caño Dulce, Tercer monitoreo, punto 0, 10:00 a.m. b. Muestra de Microplásticos playa Caño Dulce, Tercer monitoreo, punto 1, 10:00 a.m.	156

Figura 63. a. Muestra de Microplásticos playa Puerto Velero, Primer monitoreo, punto 0, 10:00

a.m. b. Muestra de Microplásticos playa Puerto Velero, Primer monitoreo, punto 2, 02:00 p.m

..... 156

Figura 64. Fibra negra de microplastico. 157

Figura 65. Fibra Blanca de Microplastico..... 157

Figura 66. Fibra de microplastico. 159

Figura 67. Fibra de Microplastico..... 159

Figura 68. Equipos. 160

Figura 69. Pesaje de la muestra de sedimento. 160

Figura 70. Tamizaje de las muestras de sedimento. 161

Figura 71. Residuos Sólidos en Arena. 162



Lista de Anexos

Anexo 1. Resultados de Monitoreos de Microplásticos en la Playa de Caño Dulce	135
Anexo 2. Resultado del Primer Monitoreo de Residuos Sólidos en Arena en la Playa de Caño Dulce	136
Anexo 3. Resultados del Segundo Monitoreo de Residuos Sólidos en Arena en la Playa de Caño Dulce	137
Anexo 4. Resultado del Tercer Monitoreo de Residuos Sólidos en Arena en la Playa de Caño Dulce	138
Anexo 5. Resultado del Cuarto Monitoreo de Residuos Sólidos en Arena en la Playa de Caño Dulce	139
Anexo 6. Resultados de Residuos Sólidos Flotantes en la Playa de Caño Dulce	140
Anexo 7. Densidad de Usuarios en la Playa de Caño Dulce	141
Anexo 8. Resultados de Monitoreos de Microplásticos en la Playa de Puerto Velero	142
Anexo 9. Resultados del Primer Monitoreo de Residuos Sólidos en Arena en la Playa de Puerto Velero.....	143
Anexo 10. Resultados del Segundo Monitoreo de Residuos Sólidos en Arena en la Playa de Puerto Velero	144
Anexo 11. Resultados del Tercer Monitoreo de Residuos Sólidos en Arena en la Playa de Puerto Velero.....	145
Anexo 12. Resultados del Cuarto Monitoreo de Residuos Sólidos en Arena en la Playa de Puerto Velero.....	146
Anexo 13. Resultado de Residuos Sólidos Flotantes en la Playa de Puerto Vlero	147
Anexo 14. Densidad de Usuarios en la Planaya de Puerto Velero	148



Anexo 15. Formato Metodológico ICAE_RSA_05-FC	148
Anexo 16. Formato Metodológico ICAE_DUP_02-FC	149
Anexo 17. Formato Metodológico ICAE_MP_03-FC.....	150
Anexo 18. Formato Metodológico ICAE_RSA_03-FC	151
Anexo 19. Formato Metodológico ICAE_RSF_03-FC	152
Anexo 20. Registro Fotográfico.....	153



1. Introducción

Últimamente son reconocidas las preocupaciones ambientales sobre los plásticos, ya que son el componente principal de los contaminantes marinos durante varias décadas.

Al ingresar al océano los residuos plásticos se fragmentan lentamente en pedazos más pequeños a través de diversos procesos de intemperización ambiental, que incluyen la biodegradación, la exposición a rayos UV, y el estrés físico activa a la fotooxidación del plástico y lo torna frágil, en la línea de hebra de las playas se encuentran los microplásticos y están suspendidos en aguas costeras y oceánicas de todo el mundo. (CIT - COTEC, 2013)

La fauna y los hábitats marinos se ven afectados por los desechos marinos los cuales son un grave problema en los litorales de todo el mundo y se han generalizado, más de un 80 % de los desechos marinos están compuestos por plásticos, además son muchas las actividades y factores que participan en la entrada y acumulación de residuos en el medio marino, no obstante, desde la tierra el ingreso de estos está relacionado con factores como la densidad de población, los vertederos, etc.

Los desechos marinos son conducidos a los océanos por el viento, los cauces de agua y una vez que llegan al mar es muy difícil saber de dónde provienen con exactitud, no obstante, se estima que aproximadamente un 40 % de la cantidad de basuras en algunas playas se originaria de la actividad turística por medio la deposición o entrada directa en la línea de costa. Por otro lado, se podría considerar que los residuos encontrados en algunas playas pueden tener procedencia de ríos cercanos, aunque no hay suficientes estudios que suministren datos cuantitativos y cualitativos. (Acuña, 2007)



Así mismo, el uso urbano o rural de las tierras contribuye a la contaminación marina por los residuos arrojados en más del 75% que proviene de la intervención humana sobre las playas, obras de infraestructura urbana y de servicios, la construcción de vías y otras construcciones, modificando el sistema marino y ocasionando un alto desequilibrio ambiental que genera problemás más significativos relacionados con estas intervenciones, que causan acorralamiento parcial o total de áreas naturales que regularmente están sostenidas gracias a la inundación de las mareas y a la circulación de las aguas. (Posada & Henao, 2008)

No obstante, el turismo en el departamento del Atlántico como actividad económica creció notablemente debido a la construcción de la autopista denominada Vía al Mar, que facilitó el desarrollo turístico de la zona costera del municipio de Tubará cuya situación geográfica es privilegiada por ser el municipio del departamento con más extensión de playas. En total son 16 Km de playas. (Pomárico, 2015)

La presencia de residentes y visitantes a las playas incorporados con el mal manejo de los desechos y los conceptos de posesión del lugar producen consecuencias que pueden ser favorables o desfavorables ambientalmente para el área de influencia (EPA, 2019), la carencia de información sobre la contaminación por microplásticos en esta zona del país conlleva a realizar un estudio que establezca una línea base y ayude a determinar el estado actual de esta problemática ambiental, por esta razón es necesario evaluar la calidad ambiental en función de los microplásticos, residuos sólidos en arena y residuos sólidos flotantes de las playas de Caño Dulce y Puerto Velero, en el departamento del Atlántico.



2. Objetivos

2.1. Objetivo general

Evaluar la calidad ambiental en función de los microplásticos, residuos sólidos en arena y residuos sólidos flotantes de las playas de Caño Dulce y Puerto Velero, en el departamento del Atlántico.

2.2. Objetivos específicos

- Estimar la cantidad de microplásticos, residuos sólidos en arena y residuos sólidos flotantes, presentes en la arena de las playas de Caño Dulce y Puerto Velero, en el departamento del Atlántico.
- Analizar por medio del factor de correlación la incidencia de densidad de usuarios con respecto a los residuos sólidos flotantes, residuos sólidos en arena y microplásticos de las playas de Caño Dulce y Puerto Velero, del departamento del Atlántico.
- Describir la influencia de factores meteomarineros con relación a los microplásticos de las playas de Caño Dulce y Puerto Velero, del departamento del Atlántico.

3. Planteamiento del Problema

Según la ONU (2018) cada año, se espera que más de 8 millones de toneladas de residuos sólidos específicamente tipo plástico terminen en los océanos, actualmente se está consumiendo 20 veces más que en 1960, de seguir esta tendencia, se proyecta que para el año 2050 se tendrán 33 mil millones de toneladas de residuos, que en su mayoría terminaran en los océanos donde la vida silvestre marina los confunde, particularmente a los microplásticos con sus alimentos.



En este orden de ideas, se reconoce a la playa como un componente de atracción turística de mucha importancia dentro de los recursos costeros e influye significativamente en el estilo de vida de una población, además de ser la base económica ligada al turismo, la pesca y el comercio, se constituye como el sustento de la riqueza biológica, además de ser el instrumento adecuado para la ejecución de políticas para la protección de costas. (Piqueras, 1999)

Sin embargo, el crecimiento no planificado puede generar grandes problemáticas ambientales, sociales y económicas, según el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo MINCIT (2017) Colombia cuenta con la fortuna de tener playas en los litorales Caribe y Pacífico, constituyendo a nivel nacional más de 195 playas turísticas.

Probablemente en estas playas se encuentren microplásticos, pues son abundantes y generalizados en el medio marino siendo un contaminante de preocupación ambiental y económica a nivel global. (Botterell, et al. 2019). Algunos científicos advierten que, en el año 2050, la cantidad de plásticos presentes en el océano superará a la de peces, adicional a su lento proceso de descomposición en el medio marino, pudiendo tardar más de 400 años.

En los microplásticos se pueden adherir toxinas que incluyen dicloro difenil tricloroetano (DDT), bisfenol A (BPA), pesticidas y demás, que podrían ser ingeridas accidentalmente por la vida acuática y una vez ingeridas, las toxinas se biomagnifican a medida que van avanzando en la cadena alimentaria. (Programa del Medio Ambiente de las Naciones, 2015).

Las actividades antropogénicas sumadas a la falta de planificación, control y la disposición inadecuada de los residuos, constituyen a las zonas costeras como áreas frágiles y limitadas (Vargas, et al. 2014). Es conocido que en la zona costera del Atlántico desemboca el



afluente con mayor intervención antrópica del país: el río Magdalena, el cual contribuye con residuos contaminantes a las aguas marinas y costeras, provenientes de actividades como el transporte marítimo, la descarga de aguas residuales provenientes de las poblaciones aledañas al río y ubicadas en la franja costera, industria, agricultura y el turismo, entre otras, que deterioran su calidad, aumentando la posibilidad de producir efectos adversos sobre la flora y fauna (INVEMAR, 2018)

Se trata entonces de un problema económico, ambiental, social, de salud humana y estético que plantea un desafío complejo y multidimensional, que puede ser el sendero hacia la pérdida de biodiversidad, teniendo como factor catalizador la falta de infraestructura, planificación y el poco sentido de pertenencia de los turistas y nativos.

Es por ello; que, con base a la problemática descrita anteriormente, surge el siguiente interrogante: ¿Cómo afectan los microplásticos, residuos sólidos en arena, residuos sólidos flotantes y densidad de usuarios la calidad ambiental de las playas de Caño Dulce y Puerto Velero, en el departamento del Atlántico?

4. Justificación

Las playas como entorno dinámico constituyen el soporte de una gran biodiversidad, brindan diversos servicios ecológicos que benefician de forma indirecta y/o directa al ser humano, generando seguridad alimentaria, actividades económicas como el turismo y la pesca; ofrece confort para desarrollar actividades de recreación, entre otros (Rangel, Vélez, Gracia, & Neal, 2020).



Colombia gracias a su ubicación geográfica cuenta con acceso al Mar Caribe y al Océano Pacífico, por esta condición 12 de los 32 departamentos del país poseen zonas marino costeras, además de San Andrés, Providencia y Santa Catalina (MINAMBIENTE, 2020).

Estas zonas marino costeras deben contar con monitoreos constantes de parámetros ambientales específicos y de esta forma conocer y representar la calidad ambiental del ecosistema a través de indicadores. Los resultados de dichos indicadores son de gran importancia y constituyen un marco referencial para la gestión integral de playas y la futura certificación (Bandera Azul) de las playas de Puerto Velero y Caño Dulce.

Este documento proporciona una exploración en profundidad de la calidad ambiental del ecosistema evaluando microplásticos, residuos sólidos flotantes y residuos sólidos en arena, contribuyendo a la generación de conocimientos sobre la calidad ambiental del ecosistema de las playas como subproducto del proyecto construcción de un indicador de calidad ambiental ecosistémica en las playas turísticas del Caribe Norte Colombiano, y estableciendo metodologías de estudio y de evaluación de los diferentes parámetros.

Los residuos sólidos en las playas (incluyendo los microplásticos) representan una problemática importante y que trae consigo costos ambientales y sociales algunas veces irreversibles e inmensurables, son impactos ambientales que abarcan diversas escalas: locales, departamentales, regionales, nacionales y hasta internacionales, que afectan la salud humana, la seguridad alimentaria, la biodiversidad, la calidad estética, o generando diversas amenazas toxicológicas para la biota acuática (Alimba & Faggio, 2019)



Por otro lado, en función de los resultados obtenidos, las autoridades territoriales, los comerciantes, hoteleros y turistas podrán tomar diversas decisiones según el rol que desempeñen en la dinámica del ecosistema.

Por su parte, las autoridades territoriales conocerán la situación actual y real de las playas en función de los parámetros objetos de estudio, información sobre la cual se pueden gestionar decisiones administrativas y operativas que contribuyan al mejoramiento de la calidad ambiental ecosistémica, generar estrategias urgentes si es necesario con el objeto de mitigar o evitar incrementar las amenazas potenciales que puedan afectar a los organismos y la salud humana.

Así mismo, los comerciantes y hoteleros que decidan tomar acciones de mejora de la mano con el ente territorial podrán encaminarse en la calidad ambiental ecosistémica teniendo en cuenta los resultados obtenidos en esta investigación (el grado de afectación de los residuos sólidos en la arena, los residuos sólidos flotantes, conocer la cuantificación de microplásticos, identificar cual es la morfología más representativa, como interactúan con los parámetros meteomarineros, entre otros resultados), lo cual probablemente será traducido en un aumento de turistas y por tanto de recursos económicos, pues la percepción de la playa influye significativamente en la elección de destinos turísticos por parte de los turistas.

5. Estado del arte

5.1. Microplásticos

A nivel Internacional se han realizado numerosas investigaciones sobre la presencia de microplásticos en playas. Desde hace algunos años son denominados "microplásticos" a los pequeños fragmentos de plástico, fibras y gránulos, estos se han considerado contaminantes posterior a las investigaciones realizadas por Thompson et al. (2004) y Ryan et al. (2009).



Dentro de las investigaciones se resalta la de Bosker et al. (2018), quienes realizaron un estudio detallado para cuantificar microplásticos (MP) en playas del Caribe en las Antillas Menores, los métodos de muestreo ejecutados se basaron en el procedimiento operativo estándar desarrollado por Besley et al. (2017), como resultado se obtuvo que en promedio se detectaron 261 MP por kg de arena (peso seco), se encontró una diferencia entre islas, con un rango de 130 a 239 MP / kg de arena y más del 95% de las partículas identificadas fueron fibras.

Por su parte, Korez et al. (2019), investigaron en la costa de Eslovenia las concentraciones de microplásticos en nueve playas diferentes a lo largo de la costa en el norte del mar Adriático, siguiendo la metodología de Thompson et al. (2004), donde se identificó que la abundancia de microplásticos en las líneas de playa eslovenas fue inesperadamente baja y que la mayoría de los "microplásticos" identificados visualmente fueron falsos positivos, además parecen ser los principales contribuyentes de microplásticos el turismo y la acuicultura.

Del mismo modo, H. Bridson et al. (2020), informan sobre la contaminación por microplásticos de los sedimentos de las playas en Auckland, Nueva Zelanda, utilizando protocolos adoptados de la literatura de Garrett et al. (2015), encontraron que la contaminación fue muy variable en los sitios de muestreo que van desde 0 a 2615 partículas.m⁻²; Las playas de la costa oeste exhibieron una mayor contaminación que las playas de la costa este y que las partículas microplásticas eran predominantemente de morfología de fibra.

Luego, Malinga et al. (2020), investigaron la presencia y composición de microplásticos a lo largo de la costa polaca (sur del Mar Báltico) en 12 playas que difieren en términos de intensidad de su explotación turística, urbanización y características de los sedimentos, según lo sugerido por Thompson et al. (2004), en el cual se identificó que la contaminación por



microplásticos de las playas urbanas y los parques nacionales no difiere sustancialmente, y que las concentraciones de microplásticos no están relacionadas con el tamaño del grano del sedimento, además, concluyen que los procesos de acumulación de sedimentos pueden superar el efecto del turismo y / o la urbanización.

De igual forma, durante los últimos años a nivel nacional se han desarrollado investigaciones sobre microplásticos en playas; Coleya et al. (2019), evaluaron oligoelementos en microplásticos varados en Cartagena, una ciudad caribeña, utilizando protocolos adoptados de la literatura (Karapanagioti, 2011). Identificaron que se encuentran mayores niveles de Hg en microplásticos secundarios, gránulos negros y degradados en blanco; Las concentraciones de oligoelementos se relacionaron con el grado de degradación del sedimento y el Bario, Cr, Rb, Sr, Ce, Zr, Ni, Pb, entre otros, acumulados en pellets degradados.

A lo largo del Caribe colombiano se cuantificaron microplásticos (MP) en playas, por Coley et al (2019), los objetivos de este estudio fueron dos: primero, caracterizar y evaluar la distribución espacial de microplásticos primarios (gránulos de plástico) y secundarios (fragmentos), incluyendo también mesoplásticos (5-20 mm); y segundo, estimar la bioactividad de estos materiales en *Caenorhabditis elegans* como modelo biológico, con el fin de establecer su potencial impacto ambiental, utilizando protocolos adoptados por (Karapanagioti, 2011), donde encontraron que la distribución de MP a lo largo de la costa depende de las fuentes, las corrientes marinas y la dirección del viento; los MP secundarios se asociaron con la proximidad a las desembocaduras de los ríos y los extractos de MP recolectados en la Bahía de Cartagena fueron los más biológicamente activo.

En cada investigación se reportan las concentraciones de microplásticos en diferentes unidades, el cual depende del objetivo del estudio y de la información recolectada, la problemática a partir de esto se presenta al comparar datos referentes a microplásticos, por tanto, es fundamental establecer un estándar científico para que exista un lineamiento sobre el reporte de resultados obtenidos, además, las investigaciones incluyen otro tipo de información de las muestras como el tipo de polímero de microplástico más numerable o la forma de microplástico que más prevalece.

5.2. Residuos sólidos en playa.

Los residuos sólidos presentes en las playas constituyen una problemática no solo a nivel internacional sino también a nivel nacional, por esta razón se han realizado diferentes investigaciones para su cuantificación y clasificación. En la playa san Pedro de Lurín, Lima, Perú, Gambini et al. (2019) cuantificaron y caracterizaron los residuos sólidos encontrados en la playa, con el objetivo de identificar los tipos de residuos sólidos más abundantes, se realizó la recolección de los datos en base al protocolo para la identificación y cuantificación de residuos sólidos en playas propuesta por ACOREMA (2011), como resultado encontraron un total de 1885 unidades de desechos sólidos y el material predominante fue el plástico, que representó el 73% del total de residuos sólidos, seguido de goma/hule (9%), papel (9%), vidrio (3%), metal (2%), madera (2%) y tela (1%), estos residuos que generan impacto al ecosistema marino, son arrojados principalmente por pescadores y turistas locales.

Asimismo, Alvarez et al. (2020), evaluaron las concentraciones de microplásticos y residuos sólidos urbanos en tres temporadas distintas en una misma zona de la playa Zipolite, en el estado de Oaxaca, según la metodología de Alvarez et al. (2017; 2020), el material más común fue el plástico (77.6% macro residuos y 91% fragmentos) y los tipos de macro residuos



frecuentes fueron las colillas (40%) y como fragmentos los plásticos rígidos y semirrígidos (54%); En cuanto a las características de los microplásticos las más típicas fueron la forma de fibras (47%), en color el azul (35%) y tamaño de 1-2 mm (67.4%).

A nivel nacional, el Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas (CIOH) de la Armada Nacional de Colombia, dentro de las actividades del programa CEPPOL, auspiciado por la COUPNUMA, desarrollo en 1990, un monitoreo de residuos sólidos flotantes (basuras), que arriban a las playas del Caribe colombiano. Esta actividad se lleva a cabo conjuntamente con México y Puerto Rico, como un proyecto piloto para el área del Caribe. Los resultados muestran un notable incremento de los residuos plásticos no-biodegradables en las playas del Caribe colombiano, representando cerca del 60% del total de residuos sólidos flotantes que llegan a dichas playas. (Tinoco, 1993)

Buitrago et al. (2019), A lo largo de veinticinco playas pertenecientes al Departamento del Atlántico, Costa Caribe de Colombia, determinaron los impactos de la basura sobre la limpieza y el estado ambiental, se empleó la metodología Ospar (2010), encontraron un total de 5993 desechos, divididos en 13 categorías, con una abundancia promedio de 3.5 artículos / m. El plástico y el poliestireno dominaron las muestras con 58% (promedio: 1,97 artículos / m) y 30% (promedio: 1 artículos / m), mientras que caucho, textiles, papel, madera procesada, metal, vidrio, biopeligros, artes de pesca, orgánicos, mix, y otros rubros alcanzaron el 13%.

5.3. Densidad de Usuario.

La densidad de Usuarios en Playas (DUP) representa una relación directa con el número de personas que visitan las playas; el Programa de Investigación CAPT 2010-2013 refuerza la temática por medio del estudio de hábitos y actitudes ambientales, que sirve como soporte para la



calidad del sistema de la playa, el cual resume que a mayor número de personas en una playa, mayor deberá ser el impacto en la calidad ambiental de la misma, de allí la necesidad de las investigaciones al respecto, tanto nacionales e internacionales.

A nivel internacional, Aranguren et al. (2008) identificaron nuevos sectores de uso turístico en la playa Conomita, estado Anzoategui, y se estimó la capacidad de carga que puede soportar; se aplicaron los métodos de Cifuentes et al. (1999), se obtuvo como resultado que la capacidad de carga en la playa Conomita es baja; tiene problemás de accesibilidad y es muy probable que se inunde cuando los ríos desborden. Su mayor umbral de aceptación es de unas 200 personas.

Por otra parte, en Iribar et al. (2019) realizaron una investigación impulsada por la Diputación Foral que aporta un modelo de playa superficial para gestionar la ocupación de playas, la intención es obtener la capacidad de los bañistas dentro de un área segura para la distribución espacial del agua de la playa; analizan que la zona de baño segura puede afectar la capacidad de carga de la playa, la morfología de la playa, el oleaje y la marea afectan conjuntamente a la zona de baño segura, las corrientes, los obstáculos y las rocas del fondo reducen la capacidad de agua de la playa.

A nivel nacional, el estudio de capacidad de carga recreativa de las playas de Sprat Bight, Rocky Cay y Johnny Cay realizado por Botero (2014), se enmarca en los compromisos acordados en el Convenio 073 de 2013 entre la Gobernación del Archipiélago de San Andrés, Providencia y Santa Catalina y CORALINA, La metodología utilizada recoge el estado del arte de la literatura científica sobre capacidad de carga a nivel mundial, permitiendo que los valores obtenidos para el máximo deseable de usuarios en cada playa sea lo más riguroso posible, se



hace uso de los estándares de densidad de usuario que caracterizan las tipologías de playas turísticas y la densidad de usuarios de la playa obtuvo la máxima valoración, es decir cero (0), que significa que la mayoría de los usuarios de la playa estaban conformes con la cantidad de personas que había en el momento en que se hizo la medición.

En otra investigación, Ordóñez et al. (2020), evaluaron el impacto del turismo en la contaminación por desechos marinos en 11 playas de Santa Marta, se utilizó una adaptación de la metodología desarrollada por el programa de ciencia ciudadana Científicos de la Basura “Científicos de la Basura” de Chile (Ruz et al. 2018). Las cantidades de basura y usuarios en las playas tuvieron una fuerte correlación positiva significativa, los usuarios percibieron el turismo como la principal fuente de basura y el plástico como el material más común, el turismo impacta las playas de Santa Marta, causando contaminación por desechos marinos.

6. Marco Teórico

6.1. Zona Costera

La zona costera es un área clave para la interacción entre el océano y la tierra, por la presencia de ecosistemas de gran valor, productividad y biodiversidad constituyen un sistema único de recursos, brindando diferentes servicios ecosistémicos, que contienen regulación climática, suministro de alimentos, turismo y ocio y conservación de la biodiversidad. (Yanes et al. 2018)

Colombia está conformada por diversos tipos de ecosistemas marino-costeros del trópico, en los dos océanos presenta 3.882 km de costas y en sus sistemas insulares contiene 1.642 km en el Caribe continental, 2.188 km en el Pacífico y 52 km en el Caribe insular, los cuales están equipados de una gran capacidad para proveer bienes y servicios que soportan las crecientes



actividades económicas, así como los diversos usos tradicionales de las comunidades locales. (INVEMAR, 2007)

De forma general en las zonas costeras de Colombia se está presentando un crecimiento desordenado de actividades como la pérdida de la biodiversidad relacionada con la sobreexplotación de los recursos de flora y fauna, la contaminación originada por vertimientos domésticos e industriales el turismo, la destrucción y/o pérdida de hábitat, la erosión de la línea de costa, la afectación sobre el desarrollo de las actividades productivas como la pesca generando conflictos sociales y económicos, entre otros.

Así mismo, el departamento del Atlántico tiene a lo largo de la zona costera una extensión de línea de costa de 64,5 km, que representa el 4% del total de la línea costera del Caribe colombiano; No obstante, con relación al total del Caribe colombiano tiene una poca representación de la línea de costa del departamento.

De igual forma, se puede evidenciar la problemática de las zonas costeras en Colombia teniendo en cuenta que Barranquilla como capital del departamento sus costas tienen la influencia e interacción directa con el principal río del país, “El Magdalena”. (INVEMAR, 2007)

6.2. Microplásticos

Los microplásticos se definen como partículas con la dimensión menor de 5 mm, aunque específicamente no se ha definido un límite de tamaño inferior (Duis & Coors, 2016). Se entiende que las partículas de plástico en el medio ambiente continuarán degradando y volviéndose cada vez más pequeñas, formando finalmente 'nanoplásticos' (Mattsson et al. 2015), los microplásticos en muestras ambientales pueden detectarse actualmente hasta un tamaño de 1



μm , sin embargo, pocos estudios ambientales identifican partículas $< 50 \mu\text{m}$ debido a limitaciones metodológicas (classes, 2016).

Los microplásticos se dividen en dos categorías: primaria y secundaria. Los microplásticos primarios se fabrican específicamente en el rango de tamaño de micrómetro, por ejemplo, los utilizados en abrasivos industriales para arenado, cuentas acrílicas o de poliéster (N. von Moos, 2012), pellets de preproducción de plástico ('nurdles') o en productos para el cuidado personal, como agentes exfoliantes en cremas y limpiadores que contienen microperlas de polietileno (I.E. Napper, 2015). Es probable que las partículas microplásticas primarias sean arrastradas a los sistemas de drenaje industriales o domésticos y a las corrientes de tratamiento de aguas residuales (Lechner & Ramler, 2015).

Los microplásticos secundarios se forman como resultado de la fragmentación de la cama meso y macroplástica. Los plásticos son susceptibles a los efectos de la radiación UV y a las altas temperaturas que pueden causar cambios químicos que hacen que los plásticos sean frágiles y, por lo tanto, más susceptibles a la fragmentación (Ivar & Costa, 2014) lo cual aumenta el área de superficie y el número de partículas por unidad de masa. Tanto la exposición a la luz solar como la acción de las olas son las principales causas de fragmentación en las aguas marinas.

En tierra, especialmente en la superficie del suelo, se cree que la fragmentación de los plásticos se produce fácilmente como resultado de la exposición directa a la radiación UV de la luz solar, ayudada también por las fluctuaciones de temperatura que generalmente serán mayores que las del agua de mar (Andrady, 2011).

Del mismo modo, la exposición a los rayos UV puede ser mayor en pequeños sistemas acuáticos poco profundos, como estanques y ríos, que en grandes lagos o en mar abierto. Sin



embargo, muchos ambientes de agua dulce pueden carecer del potencial de fragmentación que ofrece la turbulencia y la acción de las olas en las aguas costeras, especialmente en las zonas rocosas de las mareas (Barnes et al. 2009) Una fuente adicional de microplásticos secundarios se deriva de tejidos sintéticos, que pueden desprender hasta 1900 fibras por prenda durante el lavado (Browne et al. 2011).

Aunque, las microfibras son partículas secundarias se liberarán al medio ambiente junto con microplásticos primarios a través de efluentes de aguas residuales y la aplicación de lodos. Por lo tanto, a este respecto, el destino y el transporte de estas fibras pueden estar más estrechamente alineados con los de los microplásticos primarios, en función de rutas de liberación similares. (Andrady, 2011)

6.3. Residuos sólidos en la arena y flotantes

Según el Reglamento Técnico del Sector Agua potable y Saneamiento básico colombiano, también llamado RAS 2000 en Colombia (Ministerio de Vivienda, 2012), un residuo sólido es cualquier objeto, material, sustancia o elemento que se abandona, descarta o rechaza después de haber sido consumido o usado en actividades domésticas, industriales, comerciales, institucionales, de servicios entre otras.

Los residuos sólidos en playas se definen como los productos descartados en consecuencia de las actividades turísticas y recreativas que en ellas se desarrollan, son un indicador clave para evaluar el buen estado ambiental de las playas, dado que, por sus afectaciones a la sociedad y el deterioro estético, limita el disfrute de estas, representando un costo significativo para el turismo costero y recreativo. (Manjarrez et al. 2019)



Los residuos sólidos son elementos que han perdido su utilidad para el ser humano, y por consiguiente son desechados y generados por la actividad turística en la playa, tanto por los usuarios y trabajadores de establecimientos de comercio, como por los mismos turistas que arrojan los residuos directamente sobre la arena, los residuos más comunes son empaques plásticos, papel y restos vegetales, en la actualidad existe una metodología establecida para cualificar residuos sólidos en arenas, mediante unidades, cantidad y tipo de residuos. (Torres K. , 2015)

Los residuos sólidos en arenas y agua de mar se constituyen como un parámetro significativo para la determinación de calidad ambiental sanitaria de playas turísticas, (Manjarrez et al. 2019) a la vez que, son un factor de importancia para la economía y la seguridad de los usuarios de la playa (Zielinski et al. 2019).

Esta acumulación de residuos en las playas ha venido en aumento en las últimas décadas, Williams et al. (2013) en una de sus investigaciones afirman que la basura de la playa proviene de 3 a áreas, la primera son los desechos marinos, la segunda son los residuos industriales y por último se encuentran los residuos domésticos, estos tres tipos de residuos son vertidos en el mar, ríos o playas. Por tanto, es necesario que se desarrollen e implementen regulaciones estrictas, especialmente para el manejo del plástico, que involucre tecnologías innovadoras, para resolver los desafíos presentes y futuros.

Aproximadamente el 80% de los residuos marinos a nivel mundial son originados en la tierra (Seo & Park, 2020) y son transportados por olas y corrientes, haciendo que su impacto sea a nivel mundial, incluyendo lugares de difícil acceso como los fondos oceánicos profundos. (Mestanza et al. 2019).



Por tanto, es probable que se encuentran en la superficie marina y constituyan lo que se conoce como residuos sólidos flotantes, este tipo de residuos tienen una descendencia que pocas veces es directamente de la misma playa, por el contrario suelen proceder de diferentes playas, la gestión de este tipo de residuos es muy compleja, porque los residuos pueden originarse de fuentes lejanas, como el caso de las playas del Departamento del Atlántico, que son fuertemente afectadas por la descarga del Río Magdalena (Botero, 2015)

Los residuos sólidos flotantes se han convertido en uno de los problemas de contaminación más generalizados que enfrentan los océanos y las vías fluviales del mundo, estos corresponde a elementos de origen terrestre (descargas de aguas residuales, turismo, infraestructuras y/o actividades) que estando presentes en la playa que pueden constituir una fuente de generación y/o dispersión de residuos sólidos (Cestas de basura, instalaciones comerciales, entre otros) o haber sido introducidas directamente en el medio marino (tráfico marítimo, buques pesqueros, embarcaciones de recreo, plataforma en mar abierto de petróleo o gas e instalaciones de maricultura) (Iñiguez & Fischer, 2002).

Aproximadamente el 60% del plástico que es producido es más liviano que el agua de mar por esa razón flota en la superficie viajando largas distancias, la preocupación por este tipo de contaminación ha aumentado debido al daño resultante a los ecosistemas marinos y las aguas costeras (Seo & Park, 2020). Ejemplo de esto son las botellas de HDPE y PP flotan en agua de mar estando destapadas, o a que debido a la mala gestión de residuos en el este de África las botellas fabricadas en Kenia dominaran en todas partes (Ryan P. , 2020).

Al final, estos residuos se hunden en el fondo marino, se depositan en la orilla o se degradan con el tiempo. La información recopilada obedece principalmente a playas arenosas,



dejando una brecha científica en lo que respecta a los residuos sólidos flotantes, sin embargo, se espera que según las cantidades de residuos que ingresan al medio ambiente aumenten, se tiene claro el desconocimiento sobre los posibles sumideros o puntos calientes de acumulación (Miladinova et al. 2020).

6.4. Densidad de usuario

Densidad de usuario es el cálculo del número de visitantes por un área determinado, normalmente por metro cuadrado. La densidad permite medir si la playa está repleta de personas hasta el punto de perder atractivo o tener un fuerte impacto negativo al ecosistema de playa, lo primero está relacionado con el hecho que los turistas buscan playas limpias y no congestionadas para descansar, por lo cual playas sobrecargadas son percibidas menos atractivas. Por lo tanto, la densidad de usuarios está relacionada con la capacidad de carga turística, pues el dato de la cantidad de personas en la playa sirve para saber qué impacto pueden generar. (Sielocal, 2013).

La importancia de este parámetro que no es netamente ambiental se soporta en la premisa que la calidad del sistema playa tiene relación directa con el número de personas que la visitan, o en términos de gestión, que la utilizan. (Pereira, 2015)

El término "capacidad de carga en la playa" se refiere a la cantidad y el tipo de visitante que puede alojarse dentro de un área determinada (la playa) sin consecuencias sociales inaceptables e impacto negativo en los recursos, sobre una unidad de superficie (km^2) (Manning & Lawson, 2002).

Por lo general, se incluyen dos aspectos principales en la evaluación de la capacidad de carga recreativa: la integridad de la base de recursos y un componente conductual, la interacción



de estos componentes clave se conoce colectivamente como el " componente biofísico " y describe la calidad de la experiencia recreativa (Pereira, et al. 2003)

6.5. Calidad ambiental en playas turísticas

Según (Heredia, 2017) La playa en sí misma es un ecosistema que presenta variados servicios ambientales al ser humano, entre los cuales se destaca su funcionamiento como lugar de esparcimiento y recreación. Si el estado de la playa, es decir, su calidad ambiental no es óptima, los servicios ambientales que ésta presenta serán reducidos o extinguidos, a la vez que se pueden afectar necesidades humanas tan importantes como la subsistencia.

El concepto de la calidad ambiental en playas está relacionado con el grado de seguridad física que supone para los usuarios este espacio natural, medido en función a los riesgos que tienen el agua o la arena de la playa para la salud humana (Botero et al. 2015).

Debido a que muchas de las actividades de esparcimiento asociadas al turismo de sol y playa implican el contacto directo con los elementos del entorno, el agua y la arena de las playas se han investigado de forma aislada y detallada, asociándolo a la calidad ambiental. (Mansilha et al. 2009)

Las definiciones generales de la calidad en playas contribuyen a la formación del concepto de calidad ambiental por que apuntan a una mezcla de indicadores que representen los componentes naturales y los de bienestar humano. En general, la percepción del usuario ubica a los sistemas de evaluación de la calidad en playas, son estos quienes les confieren principal importancia a los valores estéticos y es así como a los componentes social y económico se les evidencia la importancia que tienen sobre la valoración de calidad. (Ariza et al. 2010)



La calidad ambiental en playas, por lo tanto, se atribuye a la valoración de sus características naturales, representadas por variables fisicoquímicas y biológicas, esto concuerda con la definición habitual de la calidad ambiental genérica, en la que se parte de la comparación de propiedades intrínsecas del espacio natural, asociadas al comportamiento de sus parámetros físicos y biológicos, junto a la presión a la que se encuentre sometido (Mangala, 2013).

Según Botero et al. (2015) la Calidad Ambiental de Playas Turísticas – CAPT se puede definir como el estado que presenta en un momento dado el sistema socio-natural que caracteriza a las playas turísticas en relación con su funcionamiento como ecosistema y satisfactor de necesidades humanas, entre ellas la subsistencia, el ocio y la identidad. En este sentido, y para complementar la definición, se considera que hay una buena calidad ambiental en las playas cuando el sistema natural puede mantener su estructura y funcionamiento y a su vez sostener la(s) actividad(es) humana(s) que en él se realizan.

6.6. Delimitación Territorial del Destino Turístico de Playa.

Según (NTS-TS 001-2, 2007) se deben identificar y delimitar las siguientes zonas en su ordenamiento de playas, según sea aplicable como se puede ver en la figura 1:

a) Zona de servicios turísticos. Franja inmediata y paralela a la zona de transición, ubicada en zona de material consolidado destinada al uso comercial y de servicios supeditada a que el área y espacio disponible lo permitan, según sea aplicable.

b) Zona del sistema de enlace y articulación del espacio público. Franja inmediata y paralela a la zona de servicios turísticos, en suelo no consolidado, tierra adentro, que se extenderá hasta el lugar donde se presenta un marcado cambio en el material, forma o fisiografía o hasta donde se inicie la línea de vegetación permanente, límite físico de las playas.



c) Zona de transición. Franja inmediata y paralela a la zona de reposo, en suelo no consolidado, tierra adentro. Existe solo si las condiciones y dimensiones de la playa lo permiten. En esta zona solo se permiten actividades temporales, deportivas y culturales y está supeditada a que el área y espacio disponible lo permitan. Se pueden instalar mobiliarios removibles que faciliten la práctica deportiva y la realización de eventos turísticos, deportivos, recreativos y culturales.

d) Zona de reposo. Franja inmediata y paralela a la zona activa, en suelo no consolidado, tierra adentro. Dedicada al reposo de los bañistas, exclusivamente. Se permitirá mobiliario apto para la comodidad, seguridad y descanso de los bañistas.

e) Zona activa. Franja de arena más próxima a la orilla de la playa, en suelo no consolidado, tierra adentro. Dedicada para la circulación de los bañistas, exclusivamente. Esta zona debe permanecer libre en toda su longitud para favorecer la cómoda inmersión y la circulación longitudinal de los bañistas.

f) Zona de bañistas. Franja inmediata y paralela a la zona activa, que se inicia desde la línea de marea más alta sobre la playa, hasta el límite en distancia y profundidad, mar adentro, que garantice la seguridad de los bañistas. Dedicada exclusivamente para nado y permanencia de los bañistas dentro del mar.

g) Zona para deportes náuticos. Franja inmediata y paralela a la zona de bañistas, mar adentro, destinado para la práctica de actividades acuáticas donde el usuario tiene contacto permanente con el agua, tales como motonáutica, gusanos, surfing, kayak, buceo a pulmón buceo autónomo, entre otros.



h) Zona para tránsito de embarcaciones. Franja inmediata y paralela a la zona de deportes náuticos, mar adentro, destinada para el tránsito de embarcaciones. No se permite el uso de esta zona por parte de bañistas, ni la práctica de deportes náuticos.

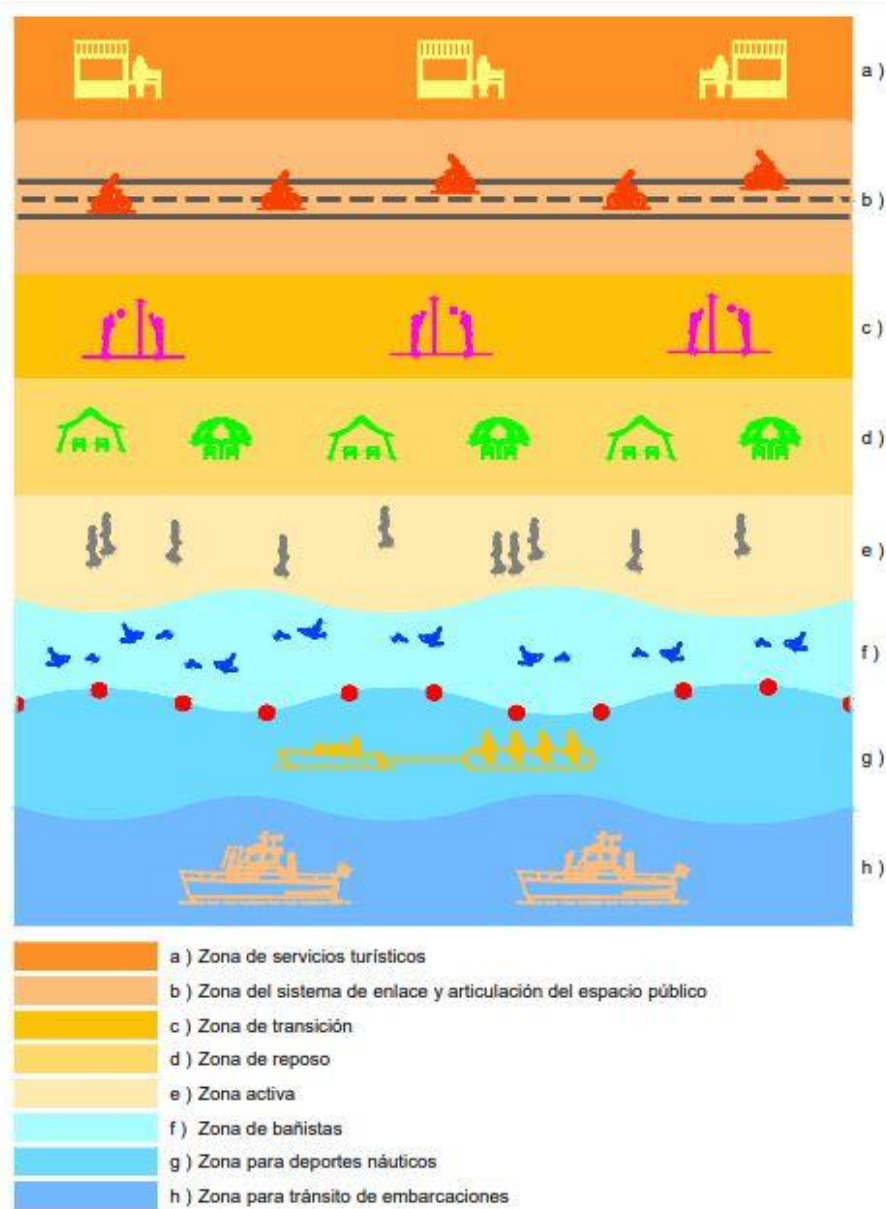


Figura 1. Ordenamiento de Playas. Fuente: (NTS-TS 001-2, 2007)

7. Metodología

7.1. Tipo de Estudio

La investigación es de alcance correlacional porque se busca conocer la relación o grado de asociación que existe entre residuos sólidos en arena y densidad de usuarios en la calidad ambiental de las playas de Caño Dulce y Puerto Velero en el departamento del Atlántico, por lo tanto, se midieron cada una de estas variables, y posteriormente se cuantificaron, analizaron y se establecieron las vinculaciones. Así mismo, cabe resaltar que el enfoque de investigación utilizado es de tipo cuantitativo pues se evaluaron las variables en un determinado contexto para posteriormente ser analizadas utilizando métodos estadísticos como el análisis de correlación.

7.2. Área de estudio

El proyecto fue desarrollado en las playas de Caño Dulce y Puerto Velero del Municipio de Tubará pertenecientes al Departamento del Atlántico como se puede ver en la *figura 2*, estas playas fueron escogidas porque presentan características importantes y determinantes para el turismo, son de las más visitadas y sus aguas son muy tranquilas facilitando la práctica de deportes náuticos. Son playas cuya porción externa está expuesta a los vientos estacionales y presentan gran recepción de sedimentos por su cercanía con la desembocadura del río Magdalena (Bejarano et al. 2013), así mismo, la playa de Puerto Velero cuenta con la implementación del Plan de Ordenamiento y la ejecución del Programa Ecológico Bandera Azul en Colombia, (García, 2013).

El municipio de Tubará está situado al noroccidente del departamento del Atlántico, a 22 kilómetros al sudoeste del Distrito Capital Barranquilla; por el norte limita con el Mar Caribe y



el municipio de Puerto Colombia, por el este con el Distrito de Barranquilla y los municipios de Galapa y de Baranoa, y por el suroeste y el sureste con el municipio de Juan de Acosta.

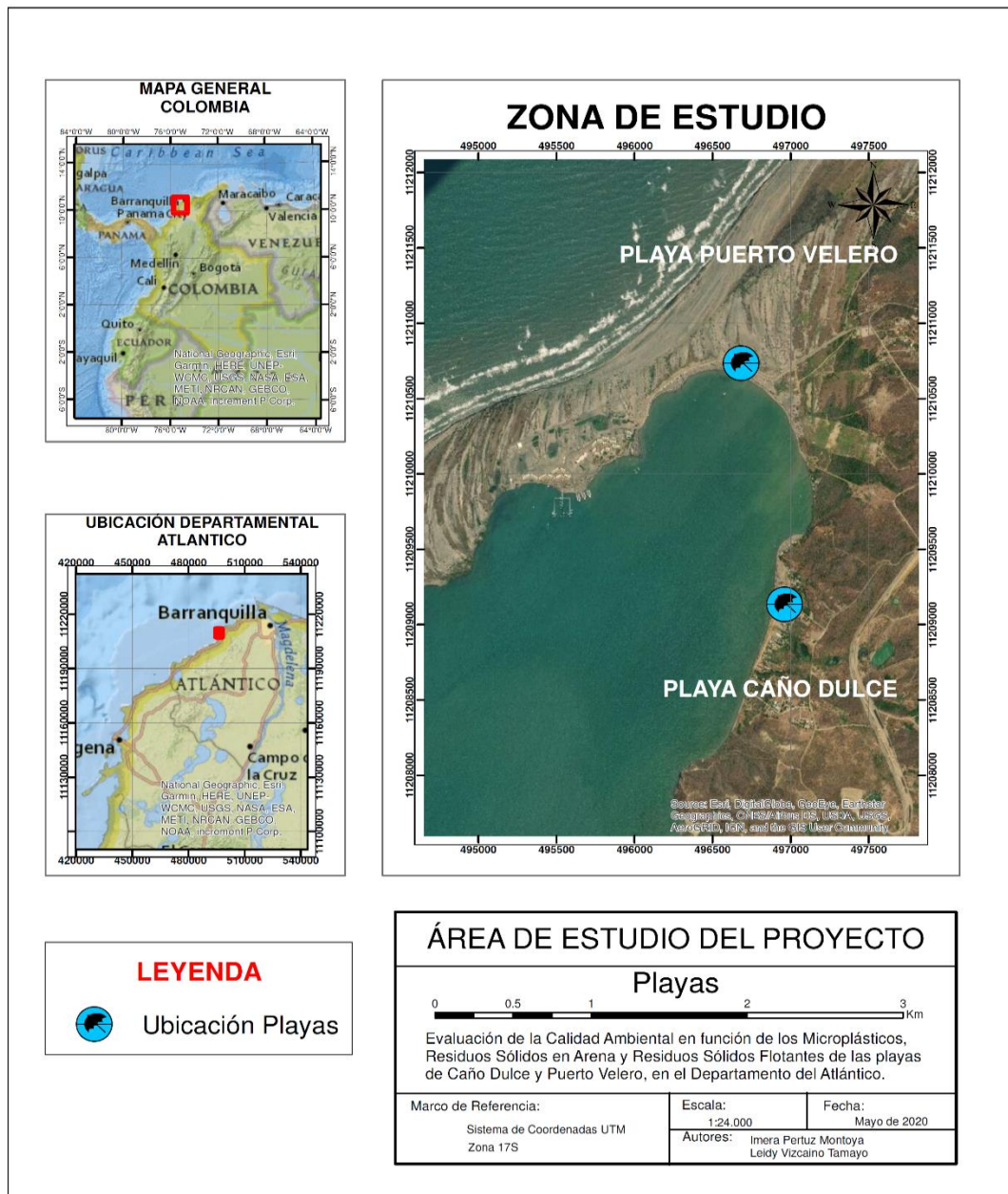


Figura 2. Mapa área de estudio. Fuente: Autor

Tubará posee un área total de 185 km². La temperatura es en promedio de 27°C. Es el municipio que posee mayor extensión de playa con 16 Kilómetros, incluye los balnearios de Puerto Velero, Caño Dulce, Playa Mendoza, Puerto Caimán, Playa Tubara, Turipana, Playa

Abello, Palmirito, entre otros. Se encuentra a una altura máxima de 310 msnm y mínima de 8 msnm en las zonas de playas. (Corporación Autónoma Regional del Atlántico, 2002).

La playa de Caño Dulce está localizada entre las coordenadas geográficas 10°56'18''N y 75°01'41''W y cuenta con un ancho aproximado de 30 y 50 metros, por otro lado, la playa de Puerto Velero se encuentra entre las coordenadas geográficas 10°57'06''N y 75°01'76''W, el ancho de la playa varía entre 30 y 50m.

Estas playas se separan por una longitud de 600 m aproximadamente, están ubicadas en el Delta que forma los procesos de agregación de sedimentos como resultado de la influencia del río Magdalena, el principal ecosistema que rodea las playas son manglares, al ser la arena el tipo de sedimento predominante en la playa, estos ecosistemas son de fácil crecimiento. En los alrededores de estas playas no están presentes casquetes urbanos, ni siquiera se sitúan asentamientos como los ubicados junto a la mayoría de playas de Puerto Colombia. Por lo tanto, son las playas rurales que se encuentran más cercanas a la ciudad de Barranquilla. (Benavides, 2017).

7.3. Fase de campo

Los monitoreos se realizaron entre la zona de reposo y la zona activa para microplásticos; en la zona de bañistas para residuos sólidos flotantes; en la zona de reposo, zona activa y zona de transición para los residuos sólidos en la arena y densidad de usuarios de las playas de Caño Dulce y Puerto Velero, en el departamento del Atlántico. Teniendo en cuenta la delimitación y características de las zonas donde se ejecutaron los monitoreo, según la norma técnica sectorial colombiana 001-2, se siguió paso a paso los procedimientos propuestos por el Índice de Calidad de Playas Turísticas-ICAPTU, teniendo en cuenta sus hojas metodológicas, protocolo de



monitoreo e instrumentos de cálculo los cuales fueron elaborados en el marco del proyecto “construcción de un indicador de calidad ambiental ecosistémico en las playas turísticas del Caribe Norte Colombiano”.

Se realizaron los monitoreos en las fechas, 28 Julio, 02 - 30 de Septiembre y 28 Octubre, del año 2018, para un total de cuatro jornadas, debido a que en estos meses se presentan temporadas altas y bajas de visitantes, posteriormente las muestras tomadas se transportaron al Laboratorio de Centro de Investigaciones en Tecnologías Ambientales CITA, de la Facultad de Estudios Superiores la Universidad de la Costa CUC de Barranquilla Atlántico para su pretratamiento y análisis.

7.3.1. Procedimientos de monitoreo.

7.3.1.1. Procedimiento de monitoreo de residuos sólidos en arena.

La metodología aplicada corresponde a la propuesta por el Índice de Calidad de Playas Turísticas-ICAPTU como lo resume la *figura 3*. Se identifica tres zonas de monitoreo, y tomando como referencia la NTS-TS 001-2 destinos turísticos playa requisitos de sostenibilidad, las cuales corresponden a la zona de transición (actividades temporales, deportivas y culturales y está supeditada a que el área y espacio disponible lo permitan), la zona de reposo (franja inmediata y paralela a la zona activa), y la zona activa (franja de arena más próximo a la orilla del mar) como se observa en la *figura 1* (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC, 2007)



FASE DE CAMPO

Residuos Sólidos en Arena

La metodología aplicada corresponde a la propuesta por el Índice de Calidad de Playas Turísticas-ICAPTU



Figura 3. Esquema del procedimiento de monitoreo de residuos sólidos en arena. Fuente: Autor

Se definió un punto de muestreo perpendicular a cada una de las zonas de monitoreo, dicho punto se localizó en el área donde se percibió mayor presencia de residuos sólidos. Paso seguido se delimitaron los transectos de muestreo con medidas de 50 m a cada lado del punto demarcado, es decir que el transecto contaba con una longitud total de 100 m.

Así mismo, se diligenció el formato ICAR_RSA_05-FC, para chequear y hacer observaciones sobre las fuentes de generación y/o dispersión de residuos sólidos en playa.

Es importante señalar que este procedimiento de muestreo fue realizado en dos horas (10:00 a.m. y 4:00 p.m.), la selección de estas horas se debe a que coinciden con la hora de mayor afluencia turística y cierre de la playa, respectivamente. (Índice de Calidad Ambiental de Playas Turísticas ICAPTU, 2018)

7.3.1.2. Procedimiento de monitoreo de residuos sólidos flotantes.

La metodología aplicada corresponde a la propuesta por el Índice de Calidad de Playas Turísticas-ICAPTU, en la zona de bañistas como encuentra en la *figura 4*. Este procedimiento se realizó en dos jornadas mañana (10:00 a.m.) y tarde (3:00 p.m.).



Figura 4. Esquema del procedimiento de monitoreo de residuos sólidos flotantes. Fuente: Autor

La forma en cómo se recolectaron los RSF es perpendicular a la línea de costa, cada sección de muestreo estaba separada a una distancia de 30 metros (aproximadamente 20 pasos), con el fin de tener mayores datos estadístico se realizaron 5 secciones en cada muestra, la muestra se tomó desde la orilla hasta alcanzar una profundidad de $1m \pm 1.5m$, la red se sumergió hasta la marca de calibración de 0.25m ver en la *figura 5*.



Figura 5. Esquema de muestreo perpendicular a la línea de costa. Fuente: (Red Iberoamericana Proplayas, 2015)

Durante el recorrido la red recogió los posibles sólidos flotantes en el agua, después de cada recorrido los residuos fueron almacenados en bolsas ziploc, debidamente rotuladas con etiquetas adhesivas con la siguiente información: número de muestra, fecha, hora y lugar de recolección. (Índice de Calidad Ambiental de Playas Turísticas ICAPTU, 2018)

En la *figura 6*. Se muestra el esquema del dispositivo utilizado para la toma de muestras

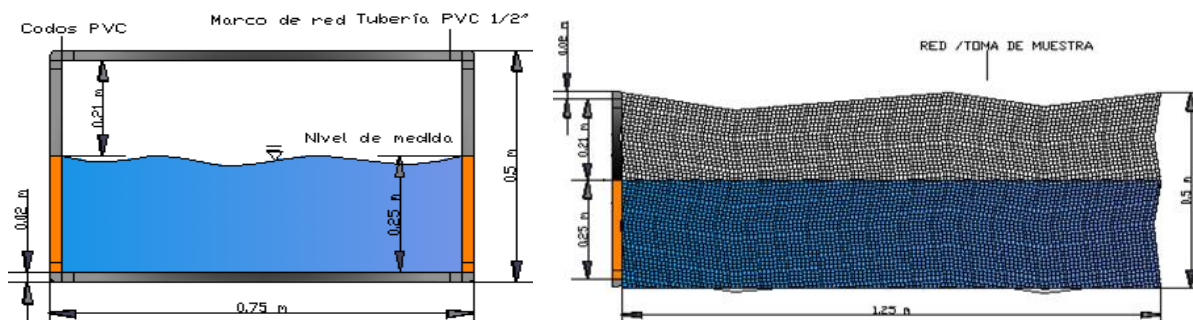


Figura 6. Esquema del dispositivo para la toma de muestras. Fuente: (Red Iberoamericana Proplayas, 2015)

7.3.1.3. Procedimiento de monitoreo de microplásticos.

La metodología utilizada para el monitoreo de microplásticos en ambas playas se describe de forma general en la *figura 7*.

Microplásticos

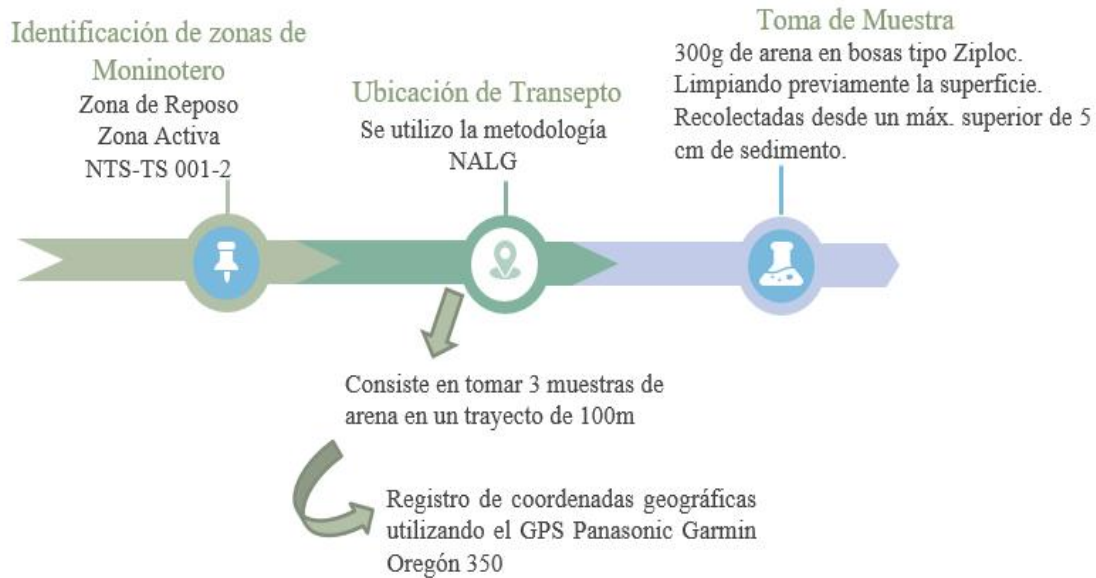


Figura 7. Esquema del procedimiento de monitoreo de microplásticos. Fuente: Autor.

La toma de la muestra se realizó entre la zona activa y la zona de reposo *ver figura 8*, se recolectaron 300g de arena en bolsas tipo Ziploc, limpiando previamente la superficie, la muestra fue recolectada desde un máximo superior de 5 cm de sedimento.

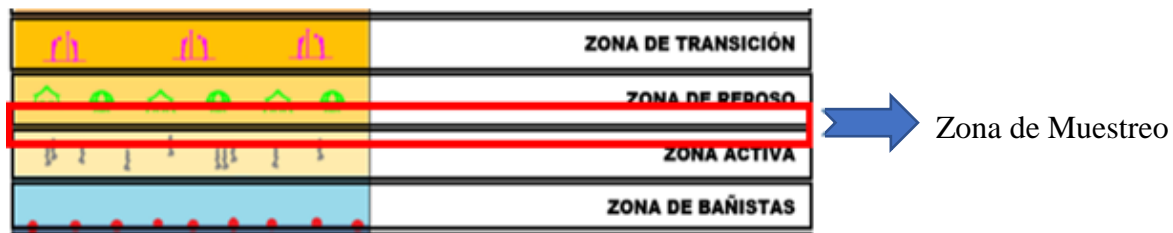


Figura 8. Zona de muestreo para residuos sólidos en arena. Fuente: (INVEMAR, 2007)

Se tomó como referencia la metodología NALG para la ubicación del transepto donde se recolectaron las muestras, consiste en tomar 3 muestras de arena en un trayecto de 100m; la primera se tomó en un punto medio y las dos restantes se recolectaron 50m de cada lado *ver*

figura 9, sus coordenadas geográficas fueron tomadas utilizando el GPS Panasonic Garmin Oregon 350 y los datos se registraron en la *Tabla 1*.

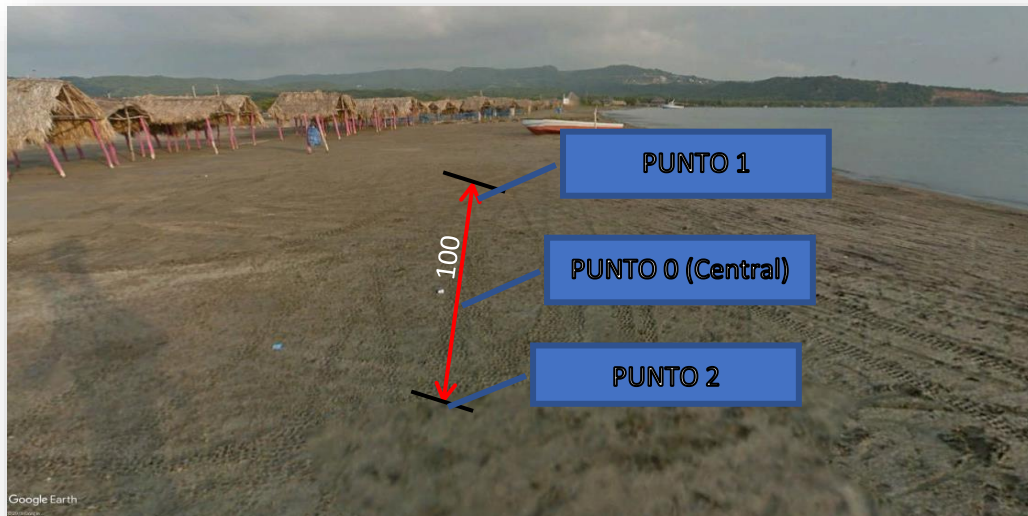


Figura 9. Puntos de muestreo. Fuente: Autores

Tabla 1.

Coordenadas de puntos de muestreo para microplásticos

Microplásticos	Coordenadas	
Playa Puerto Velero	N	O
P0	10°57'5.43"	75° 1'46.98"
P1	10°57'6.25"	75° 1'48.43"
P2	10°57'4.46"	75° 1'45.63"
Playa Caño Dulce	N	O
P0	10°56'18.21"	75° 1'42.57"
P1	10°56'19.78"	75° 1'42.46"
P2	10°56'16.63"	75° 1'42.76"

NOTA: P hace referencia a punto de muestreo, siendo p0 el punto de muestreo 0 hasta llegar a 2.

7.3.1.4. Procedimiento de monitoreo de la densidad de usuarios en playas.

La densidad de usuarios fue monitoreada con la metodología resumida en la *figura 10*.

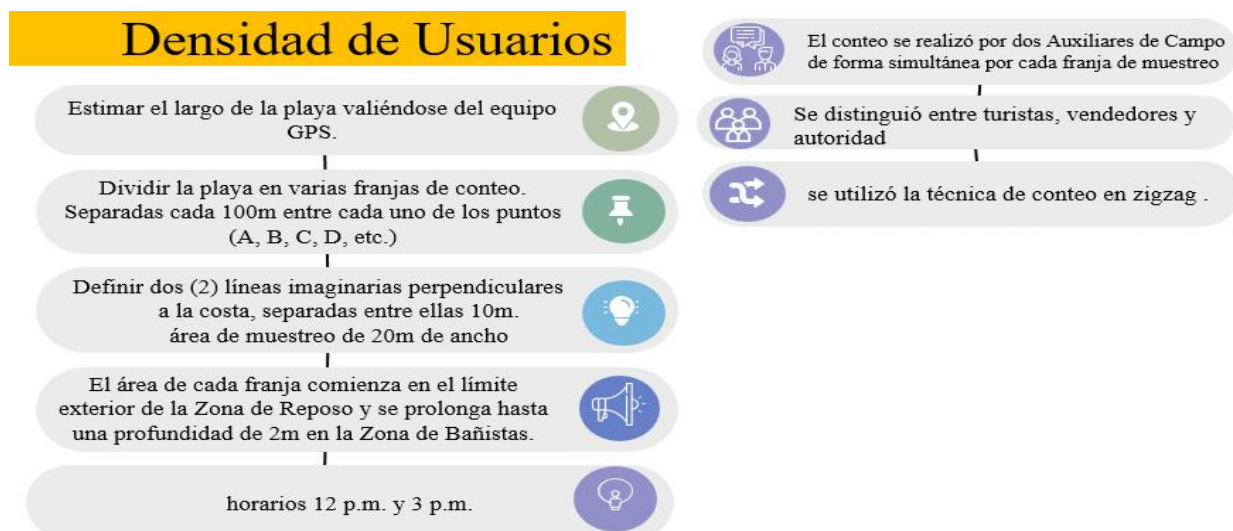


Figura 10. Esquema del procedimiento de la densidad de usuarios en playas. Fuente: Autores.

Como primer paso se estimó el largo de la playa valiéndose del equipo GPS, posteriormente se dividió la playa en varias franjas de conteo, separadas cada 100m entre cada uno de los puntos (A, B, C, D, etc.) establecidos. En el punto donde se va a establecer cada franja de conteo (Puntos A, B, C, D) se definieron dos (2) líneas imaginarias perpendiculares a la costa, separadas entre ellas 10m, conformando así el área de muestreo que tendrá un total de 20m de ancho ver *figura 11*. Para facilitar el muestreo y disminuir el error del conteo se tomaron puntos de referencia en el terreno, que son claros y fácilmente identificables como por ejemplo letreros.

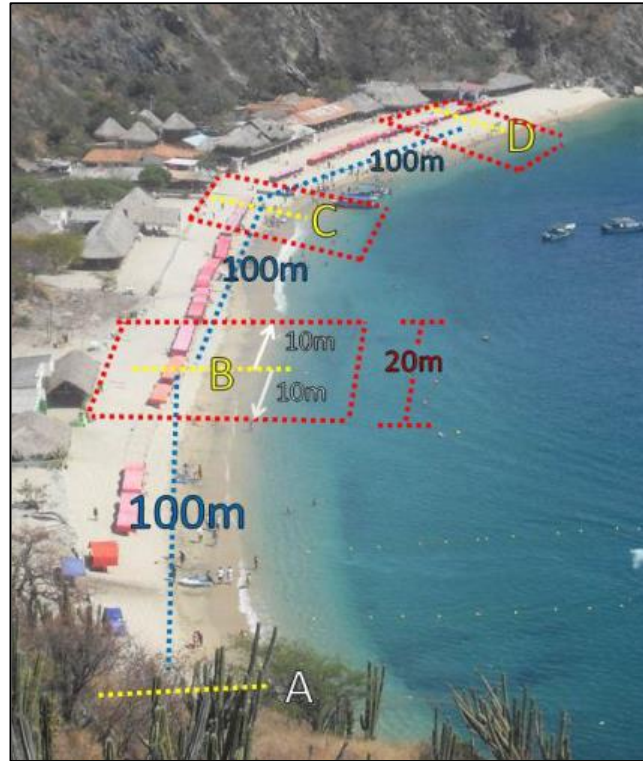


Figura 11. Distribución de franjas de conteo. Fuente: (Pereira, 2015)

El área de cada franja comienza en el límite exterior de la Zona de Reposo y se prolonga hasta una profundidad de 2m en la Zona de Bañistas.

Una vez dispuestas las franjas de conteo, se realizó el procedimiento de muestreo en dos horarios 12 p.m. y 3 p.m., los cuales coinciden con la hora de apertura, mayor afluencia turística y cierre de la playa, respectivamente.

El conteo de usuarios se realizó por dos (2) Auxiliares de Campo de forma simultánea por cada franja de muestreo, en el conteo se distinguió entre turistas, vendedores y autoridad, se empezó en la Zona de Reposo, avanzando en dirección al mar, hasta contar la última persona que se encuentre en el margen 2 m de la Zona de Bañistas. Para facilitar el conteo y asegurar que se cuenten todas las personas en la franja se utilizó la técnica de conteo en zigzag ver *figura 12*.

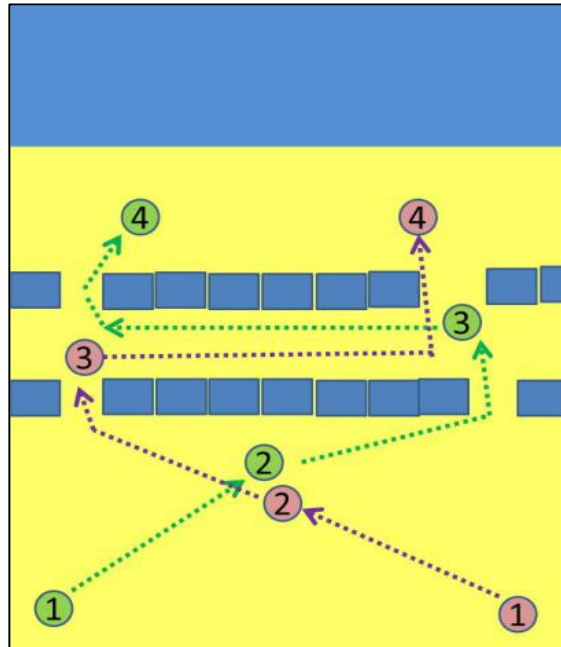


Figura 12. Ilustración técnica de conteo en zigzag. Fuente: (Pereira, 2015)

Los contadores anotaron los resultados del conteo sin comunicarse previamente uno con otro en el Formato ICAPTU_DUP_02-FC.

7.4. Técnicas de recolección de datos

7.4.1. Recolección de la información.

Para dar inicio a la investigación fue necesario realizar una exploración de carácter documental a través de fuentes secundarias que permitió la recopilación de antecedentes de materiales físicos y/o magnéticos de origen confiables, estudios realizados anteriormente en esta área o zona circundante; a su vez se revisó literatura de investigaciones o procedimientos anteriormente empleados que se ajustaran a las condiciones del lugar de muestreo, provenientes del Índice de Calidad de Playas Turísticas-ICAPTU y de la norma técnica sectorial colombiana 001-2, para suministrar un soporte de calidad en la recolección de información.

7.5. Fase de laboratorio

7.5.1. Microplásticos.

En el procesamiento de las muestras se tuvo en cuenta la metodología propuesta por Horton et al. (2016), para la identificación de microplásticos grandes (5mm) y microplásticos pequeños (1mm) ver *figura 13*. Cabe resaltar que cada muestra se analizó de manera independiente sin mezclarse entre sí y los resultados obtenidos en cada uno se consignaron en el formato de laboratorio. La muestra se secó en un horno Binder a una temperatura de 60°C por 24 horas.

Una vez seca, se realizó el tamizado utilizando una batería de tamices metálicos con dimensiones de 5mm y 1mm. A partir de los sedimentos separados y distribuidos en las bandejas de metal, se identificaron por un microscopio estereoscopio los microplásticos presentes en las muestras

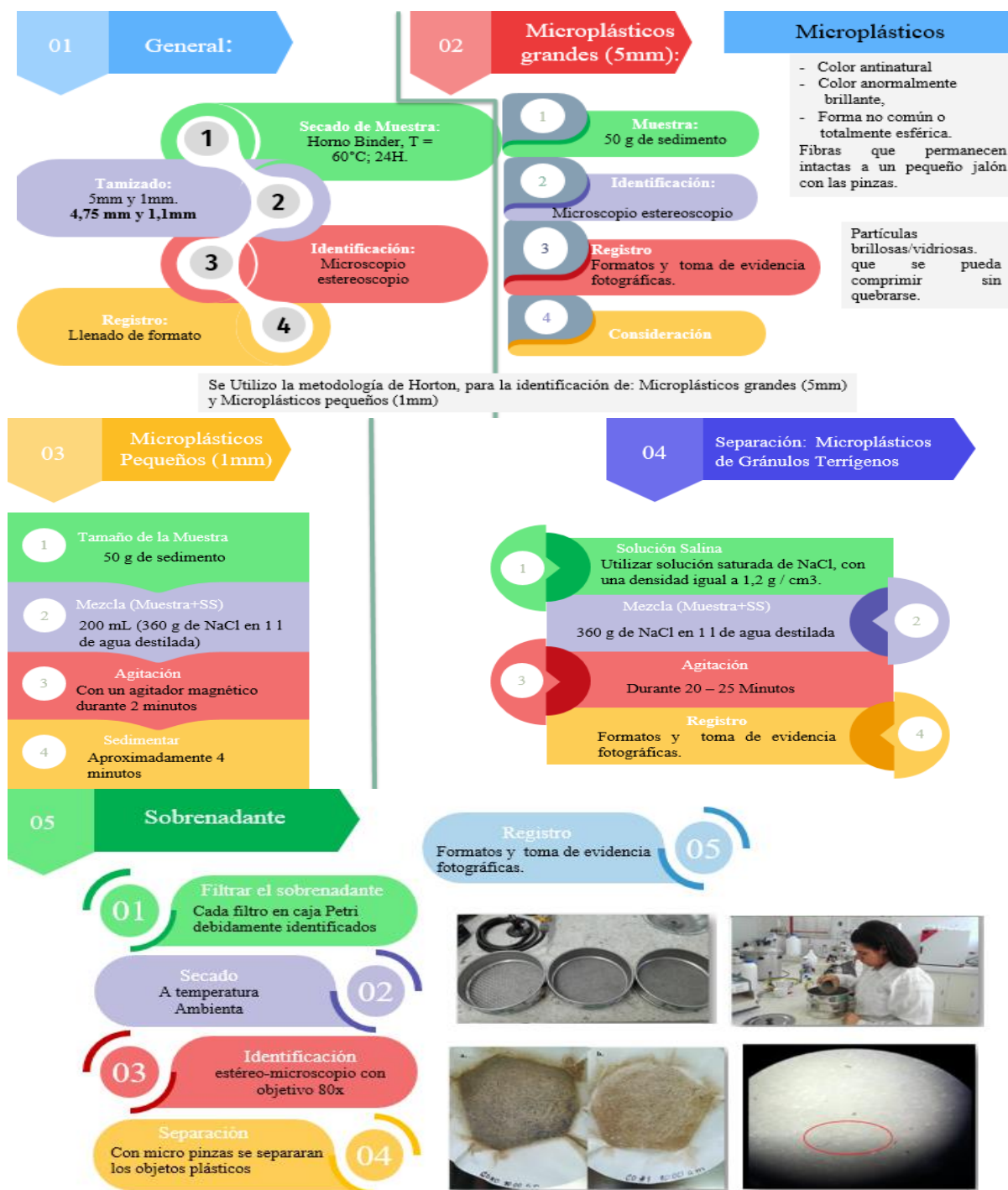


Figura 13. Esquema del procedimiento en laboratorio de microplásticos. Fuente: Autores

Para el análisis de los microplásticos grandes (5mm) se tomó una muestra significativa de 50g para realizar una inspección visual utilizando un microscopio estereoscopio. Durante este proceso las cantidades de microplásticos observados se registraron en el formato de laboratorio, además se tomaron imágenes para tener evidencia fotográfica.

Con el fin de poder identificar los microplásticos de manera correcta, se consideraron las características correspondientes a los microplásticos que se diferencian del resto de partículas contenidas en la arena, las cuales son:

- ✓ Color antinatural en comparación al resto de la muestra (amarillo, azul, etc.),
- ✓ Color anormalmente brillante,
- ✓ Forma no común o totalmente esférica,
- ✓ Fibras que permanecen intactas a un pequeño jalón con las pinzas,
- ✓ Partículas brillosas/vidriosas y flexibilidad, es decir, que se pueda comprimir sin quebrarse.

En el análisis de microplásticos pequeños (1mm), se escogió 50 g de la muestra que fueron mezclados con 200 mL de solución salina, la cual no fue filtrada y se prepara disolviendo 360 g de NaCl en 1 litro de agua destilada en un beacker. Esta mezcla se agito con la ayuda de un agitador magnético durante 2 minutos y se dejó sedimentar durante aproximadamente 4 minutos.

Luego para la separación de los microplásticos de los gránulos terrígenos que constituyen el sedimento de la playa se utilizó una solución saturada de NaCl, con una densidad igual a 1,2 g / cm³. Esta solución salina se preparó disolviendo 360 g de NaCl en 1 litro de agua destilada dentro de un vaso de precipitados de vidrio, teniendo cuidado de mantenerlo agitado durante 20 a

25 minutos, después el sobrenadante (fase líquida que sobresale de la fase sólida) fue filtrado, ya que podía contener partículas de plástico.

Los filtros se transfirieron con precisión a placas de Petri, debidamente firmados y sellados. El equipo de filtración se enjuagó con 200-500 ml de agua destilada para eliminar los residuos de la solución salina. Los filtros contenidos en las placas de Petri se dejaron secar a temperatura ambiente y se colocaron bajo observación a través de un estéreo-microscopio equipado con objetivo 80x.

Por último, con ayuda de micro pinzas se separaron los objetos plásticos en recipientes de vidrio, realizando su conteo y su registro fotográfico, lo cual ayudo a clasificar cada uno de estos objetos, teniendo en cuenta su color.

7.5.1.1. *Calculo para determinar la calidad ambiental ecosistema de microplásticos.*

El método de medición utilizado se encuentra establecido en la hoja de cálculo del parámetro (ICAE_MP_03-HC), y se consideró los ítems allí plasmados.

Para hallar el grado de valoración se utilizaron las cantidades obtenidas en el laboratorio y dados los valores de ponderación.

Luego se aplicó la fórmula para determinar la Calidad Ambiental Ecosistémica:

Donde:
$$y = 1,076 \times 0,964^x \text{ (Ecu.1)}$$

Y: Calidad Ambiental Ecosistémica.

X: Total de microplásticos encontrados para la playa



Así, una vez se tiene el total de microplásticos, se reemplazó este valor en la fórmula para determinar la CAE de la playa.

7.5.2. Residuos sólidos en la arena

Una vez realizado el procedimiento de monitoreo, se ingresaron los datos en el formato ICAE_RSA_03-HC, la cual consta de dos (2) hojas de cálculo en formato XLS/XML, una para calcular la puntuación final de residuos sólidos y otra para calcular la calidad ambiental ecosistémica en función de este parámetro:

- Cálculo de la puntuación de residuos sólidos

Los valores registrados en el formato ICAE_RSA_05-FC se ingresaron en la hoja de cálculo para determinar la puntuación final de residuos sólidos, una vez registrados los datos, se obtuvo automáticamente el valor del parámetro.

- Cálculo de la calidad ambiental ecosistémica.

Los datos obtenidos para la puntuación final de residuos sólidos se ingresaron en la hoja de cálculo de la calidad ambiental ecosistémica, así como para el caso anterior, una vez se ingresaron los datos se obtuvo automáticamente los valores finales para la CAE.

Se aplica la siguiente relación matemática para determinar la calidad ambiental ecosistémica:

$$y = 1,049 \times 0,998^x \text{ (Ecu.2)}$$

Donde:

Y: Calidad Ambiental Ecosistémica.



X: Puntuación Final de Residuos Sólidos calculada para la playa.

7.5.3. Residuos sólidos flotantes

Residuos sólidos flotantes se separaron clasificando los residuos según su tipo, de cada uno de las muestras para sacar los pesos parciales de los distintos residuos encontrados, luego se obtuvieron los porcentajes de distribución de acuerdo con el tipo de los residuos y se calculó la densidad de residuos sólidos flotantes de acuerdo con la fórmula establecida en la hoja de cálculo ICAE_RSF_03-HC.

Con las densidades y los valores de ponderación determinadas, que están relacionadas con los grados de valoración, se procede a aplicar la fórmula para determinar la Calidad Ambiental Ecosistémica:

$$y = 1,173 \times 0,899^x \text{ (Ecu.3)}$$

Donde:

Y: Calidad Ambiental Ecosistémica.

X: Total de microplásticos encontrados para la playa

Es importante resaltar que el valor de la CAE esta entre cero (0) y uno (1).

Del mismo modo, para determinar la densidad de los residuos sólidos flotantes total como la CAE, se cuenta con una hoja de cálculo que tiene todas las constantes y formulas predeterminadas para facilitar su cálculo (ICAE_RSF_03-HC).



7.5.4. Densidad de usuario.

Después de diligenciar los formatos de ICAPTU_DUP_02-FC, se ingresaron a la base de datos todos los valores. Posteriormente, fueron sistematizados en el formato ICAPTU_DUP_03-HC y de manera automática se calculó la densidad de usuarios en cada franja con base en la siguiente ecuación:

$$DUP = \frac{AF}{NP}$$

Donde:

DUP: densidad de usuarios en la playa

AF: área de la franja de conteo

NP: número de personas en la franja de conteo

El valor obtenido representa el área disponible por persona en metros cuadrados, en cada área de medición. Luego, se determinó la media entre todas las franjas de medición y este valor es la DUP de toda la playa.

7.6. Análisis de datos y métodos estadísticos

Los datos obtenidos fueron tabulados en hojas de cálculo de Microsoft Excel, según la variable a analizar (residuos sólidos en arena, residuos sólidos flotantes, microplásticos y densidad de usuarios) teniendo en cuenta cada una de las playas (Caño Dulce y Puerto Velero) además de las fechas de monitoreos realizados el 28 Julio, 02 - 30 de Septiembre y el 28 Octubre del año 2018. Por otro lado, se discrimino según la jornada mañana o tarde, la presencia de algún evento particular, con la finalidad de identificar cambios en las tendencias del comportamiento



de los parámetros observados. Para el análisis e interpretación de los resultados tabulados anteriormente se utilizó el programa Statgraphics Centurion XV.

8. Resultados

8.1. Playa Caño Dulce

8.1.1. Microplásticos

Con la información de la caracterización de la playa de Caño Dulce (Tabla 2) se pretendió indicar de forma general los comportamientos de los parámetros objeto de estudio, en el caso de los microplásticos fueron registrados en cada muestra analizada de este proyecto investigativo, el numero promedio de microplásticos en los puntos de monitoreo de la mañana fue de 74,83 partículas/50g y en la tarde 73,58 partículas/50g, no difieren mucho uno del otro.

Las concentraciones de microplásticos detectadas en las 24 muestras oscilan entre un máximo de 96 partículas/50g y 93 partículas/50g para la mañana y tarde respectivamente, y un mínimo de 3 partículas por 50g de arena en la mañana y 4 partículas/50g para la tarde. Los valores arrojados en la desviación estándar corresponden a 33,34 y 32,49 mañana y tarde lo que indica que el comportamiento de los microplásticos, aunque están dispersos de la media son parecidos.

De igual forma, es necesario señalar que en diversas muestras se encontró una gran cantidad de microplásticos (Incontables), este valor indica que la calidad de las playas de Atlántico está afectada por la gran presencia de los mismos que supero el rango entre 0 y 80 número de partículas encontradas, estipulados según la metodología ICAPTU.



Tabla 2.*Resumen de resultados de medición - playa Caño Dulce*

CAÑO DULCE								
Parámetro	Promedio		Mañana		Tarde		Desviación Estándar	
	Mañana	Tarde	Max	Min	Max	Min	Mañana	Tarde
Microplásticos (Partículas/50g)	74.83	73.58	96.00	3.00	93.00	4.00	33.34	32.49
RSA* (Unid/100m ²)	222.50	203.75	387.00	67.00	358.00	87.00	149.98	130.70
RSF** (g/m ³)	0.04	2.01	0.17	0.00	7.30	0.00	0.08	3.55
Densidad de usuario	329.81	623.39	574.67	150.93	1808.17	132.95	177.69	794.24

NOTA: Resumen de parámetros medidos en la playa de Caño Dulce; RSA* Residuos sólidos en arena; RSF**

Residuos sólidos flotantes. Tomado de: Autores

De todos los microplásticos presentes en los sedimentos de la playa de Caño Dulce la mayoría corresponden a Fibras con el 94,33%, seguido de las Láminas con el 3,48% el restante se encuentra distribuido entre pellets, alargados, pegados, y aformes ver *figura 14*. El número total de microplásticos encontrados durante los cuatro monitoreos realizados corresponde a 1781 partículas/50g.

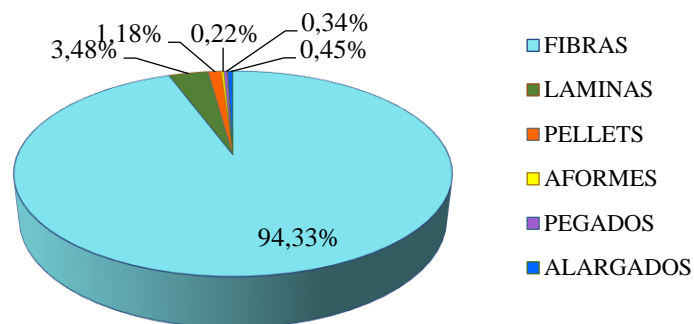


Figura 14. Microplásticos presentes en la playa de Caño Dulce. Fuente: Autores

Según los resultados obtenidos de la playa, en las campañas de monitoreo se encontraron microplásticos de tamaño considerable (5mm) identificados en el paso 2 del procedimiento de análisis en laboratorio y pequeños (Inferior a 1mm) procedentes del paso 3.

Para el análisis de predominancia del tamaño de microplásticos en las muestras, se ha representado en la *figura 15* el porcentaje de microplásticos encontrados en las muestras según su tamaño.

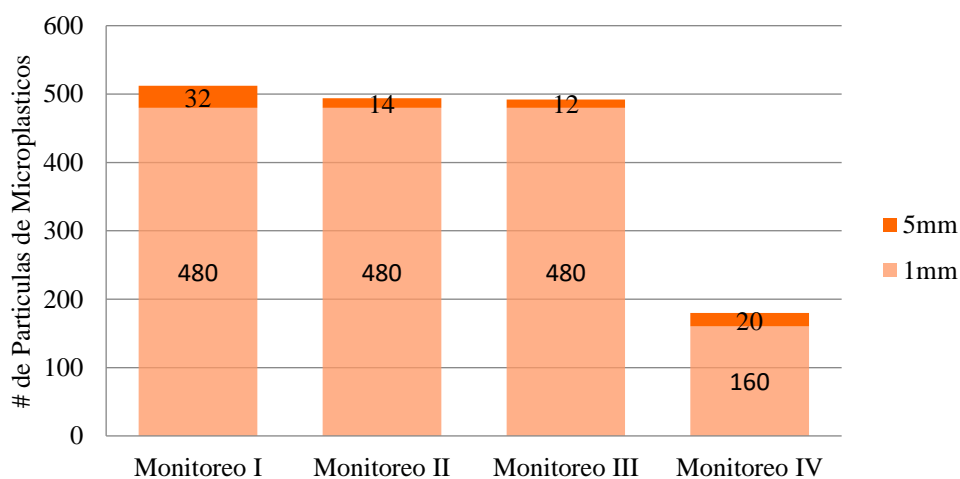


Figura 15. Tamaño de microplásticos por monitoreo en la playa de Caño Dulce. Fuente: Autores

Para la mayoría de las campañas se presenta predominancia por parte de microplásticos de tamaño de 1mm.

En este proceso para los monitoreos I, II y III se encontraron microplásticos incontables, y es probable, que se presentaran errores en la selección visual de los mismos, pues es necesario separar los plásticos de otros materiales, como la materia orgánica (Nuelle et al. 2014). La cual a menudo tiene una baja densidad, lo que significa que flota en la superficie de la solución salina y por tanto se presentan dificultades para distinguir ópticamente los plásticos de otra materia orgánica al analizar microplásticos (Shaw & Day, 1994) y, además, diferenciarlos de otros artículos (revestimientos de pintura de metal, alquitrán, vidrio, etc.).

Se convierte entonces en un proceso subjetivo pues depende de la experticia que tenga el analista y también de la calidad de los equipos utilizados, por tanto, es probable que se confundiera microplásticos con este tipo de materiales.

Por último, es importante señalar que el uso de NaCl como única solución de separación introduce la posibilidad de contaminación de la muestra y por ende un aumento de microplásticos, pues según estudios realizados en diferentes partes del mundo, se encontraron microplásticos en sales marinas de 128 marcas de sal de 38 regiones diferentes, que abarcan más de cinco continentes (Peixoto et al. 2019).

La mayor concentración de microplásticos que se presentó corresponde al I monitoreo realizado el día 28 de Julio del año 2018 con 552 partículas, seguido del II monitoreo (2 de Septiembre de 2018) con 522, el III monitoreo (30 de Septiembre de 2018) con 515 partículas y por último IV monitoreo (28 de Octubre de 2018) con 192 microplásticos ver *figura 16*.

Según las fechas de monitoreos coinciden todas a realizarse en la temporada de lluvias que abarca el período de mayo a noviembre (X.Costoya, Castro, F.Santos, M.C.Sousa, & M.Gómez-Gesteira, 2019), con lluvias que oscilan entre 70 y 178 mm/mes. El período seco



transcurre entre los meses de diciembre hasta abril, con promedios entre 1.0 y 25 mm/mes (Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas, 2019).

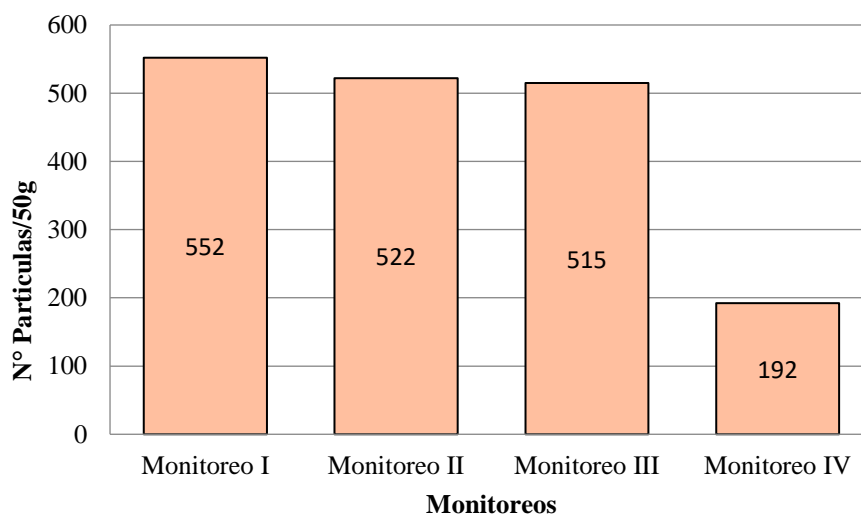


Figura 16. Concentración de microplástico en cada monitoreo en la playa de Caño Dulce. Fuente: Autores

Cabe resaltar que en las fechas que se presentaron los monitoreos no se registraron eventos especiales, deportivos, culturales y demás en la playa.

8.1.2. Residuos sólidos en arena

Los residuos sólidos en arena se encontraron en promedio en mayor cantidad en la jornada de la mañana con 223 unidades/100m² y 204 unidades/100m² registradas en la tarde. El valor máximo encontrado en la mañana corresponde a 390 y el mínimo a 67 unidades/100m², de igual forma, en la tarde el valor máximo es 358 mientras el más bajo fue de 87 unidades/100m² ver *Figura 17*. En este caso se presentó la desviación estándar más baja de todos los parámetros observados, con resultados de 11,93 y 13,87 mañana y tarde respectivamente.

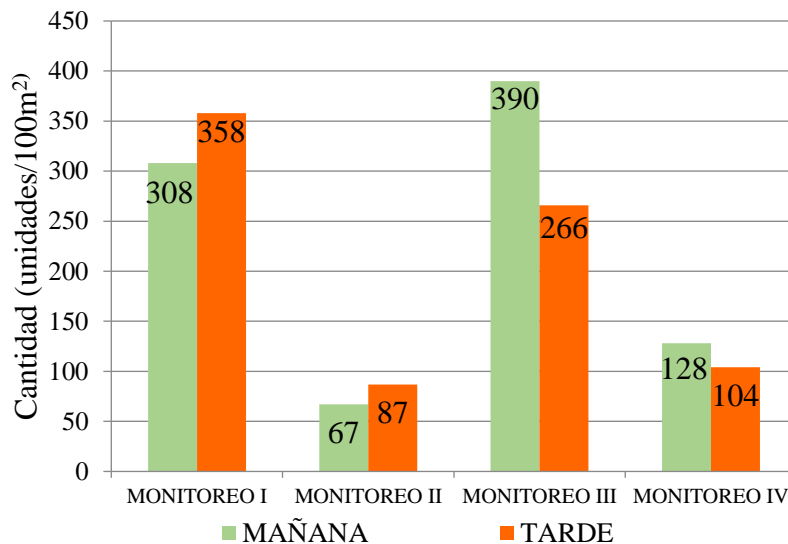


Figura 17. Residuos sólidos en arena por jornada en la playa de Caño Dulce. Fuente: Autores

Se observaron residuos sólidos a lo largo de toda la arena de la playa de Caño Dulce, en total fueron recolectadas 1708 unidades/100m² de residuos sólidos para los cuatro monitoreos, la zona con mayor presencia de residuos fue la de transición seguida de la zona de reposo, por el contrario, la activa presento menor cantidad de residuos sólidos en la arena Ver *Figura 18 B*.

En el monitoreo I la cantidad de residuos es la más significativa con 329 y 328 unidades/100m² de residuos para la zona de transición y reposo respectivamente, seguido del monitoreo III en el cual se registraron 292 y 226 unidades/100m² de residuos en las zonas de transición y servicios Ver *Figura 18*. Por otro lado, el monitoreo I no es significativo para la zona de servicio y activa registrando las menores unidades 4 y 5 en cada caso. En el monitoreo II se encontró la mayor cantidad de residuos para la zona activa con 57 unidades/100m².

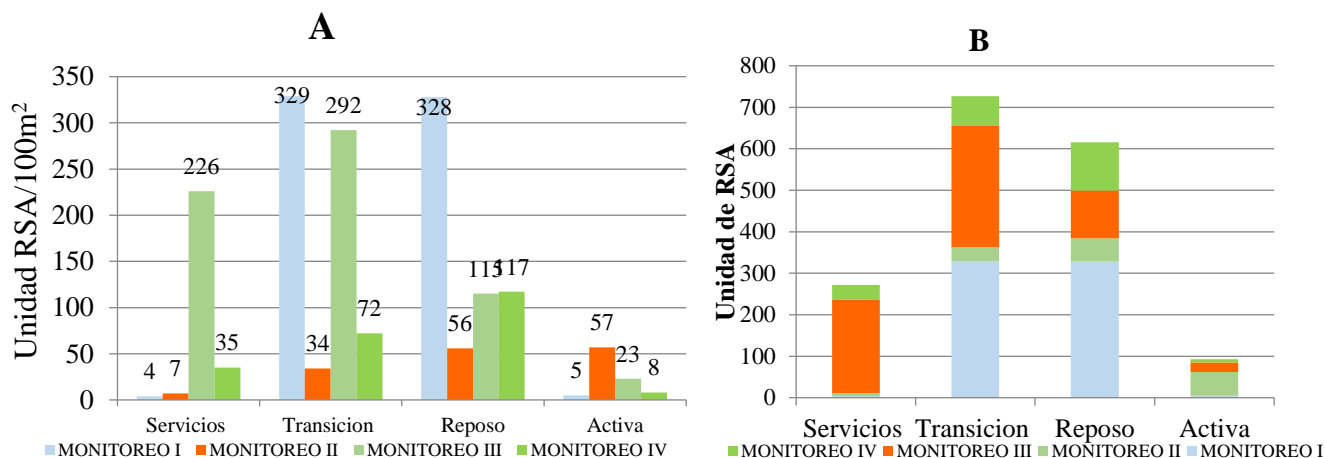


Figura 18. (A) Residuos sólidos en arena por zonas y monitoreos en la playa de Caño Dulce. (B) Distribución de residuos sólidos en arena para la playa de Caño Dulce. Fuente: Autores

A mayor parte de residuos sólidos en arena encontrados en los monitoreos hacen parte de la categoría de residuos comunes, la cual consta de latas de bebidas, envoltorios de alimentos, botellas plásticas y similares con 632 artículos/100m² en los 4 monitoreos que corresponde al 37% del total de los residuos, el segundo tipo de material más abundante de artículos de residuos sólidos en arena corresponden a los orgánicos específicamente las cascaras de frutas (11%), seguido de las colillas de cigarrillo (11%).

El porcentaje más bajo corresponde a 1 unidad de residuos encontrados corresponden a residuos gruesos constituido por partes de carros, electrodomésticos y similares. Cabe resaltar que no fue evidenciada la presencia de residuos peligrosos durante los cuatro monitoreos para esta playa ver *Figura 19*.

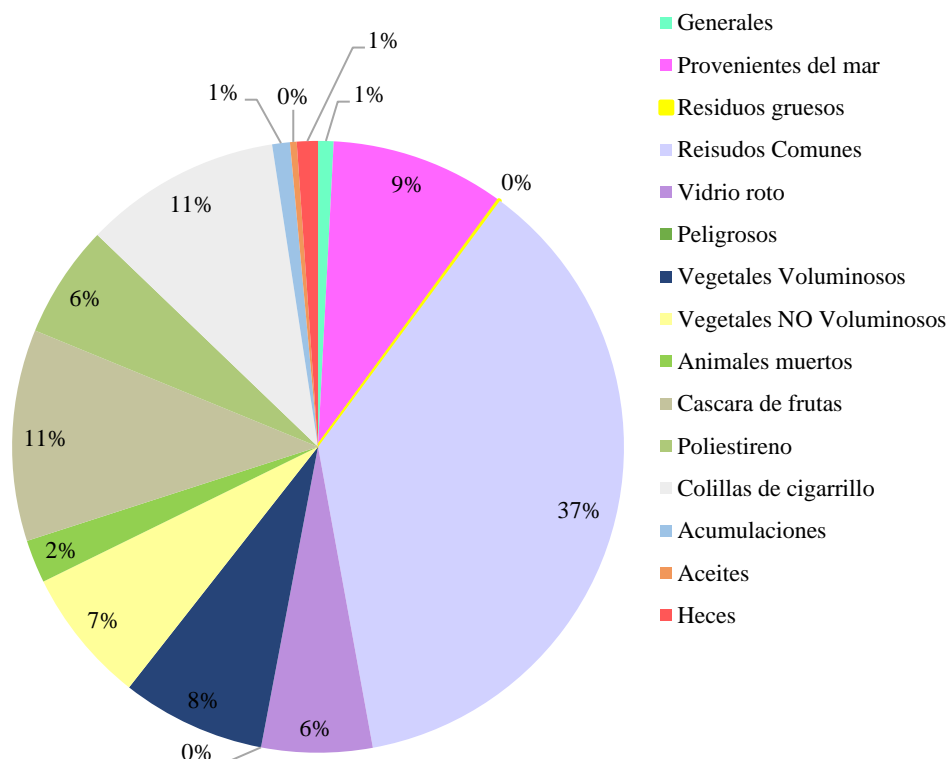


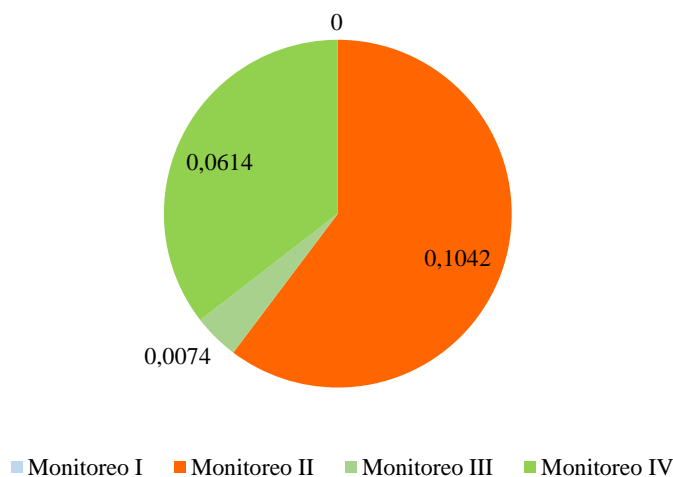
Figura 19. Residuos sólidos en arena encontrados en la playa de Caño Dulce Fuente: Autores

8.1.3. Residuos sólidos flotantes

Los residuos sólidos flotantes fueron analizados en función del peso y posteriormente de su densidad, en promedio el peso de residuos en la jornada de la mañana fue 0,042g y 5,66g registradas en la tarde. El peso máximo encontrado en la mañana corresponde a 0,17 y en la tarde fue de 14,60g, cabe resaltar que en algunos monitoreos no fue evidenciada la presencia de residuos sólidos flotantes. La desviación estándar corresponde a 0,08 y 6,81 mañana y tarde respectivamente

Los resultados obtenidos en cada monitoreo finalmente son expresados en términos de densidad, en la playa de Caño Dulce la densidad de los residuos sólidos flotantes oscilo entre 0.0074 g/m³ hasta 0,10 g/m³, siendo el II monitoreo quien registro mayor densidad de residuos,

seguido del cuarto. Por su parte, en el primer I no fueron encontrados residuos sólidos flotantes ver *Figura 20*.



Los residuos sólidos flotantes pueden ser considerados como una guía o indicador de los residuos que han sido descartados en el área de estudio, de las principales fuentes de generación, actividad económica de la playa y finalmente con base al conjunto de información obtenida se establecen las medidas de prevención en este caso de residuos.

Los residuos encontrados en esta playa son de tres tipos, plásticos (Vasos y cubiertos, bolsas, palillos y palitos de bombón, envases, empaques) que representaron el 66% del total de residuos encontrados, seguido de otros (Lata) con el 33% y finalmente el material orgánico (restos vegetales y restos animales) con 1% clasificados de esta forma según la metodología del presente estudio ver *Figura 21*.

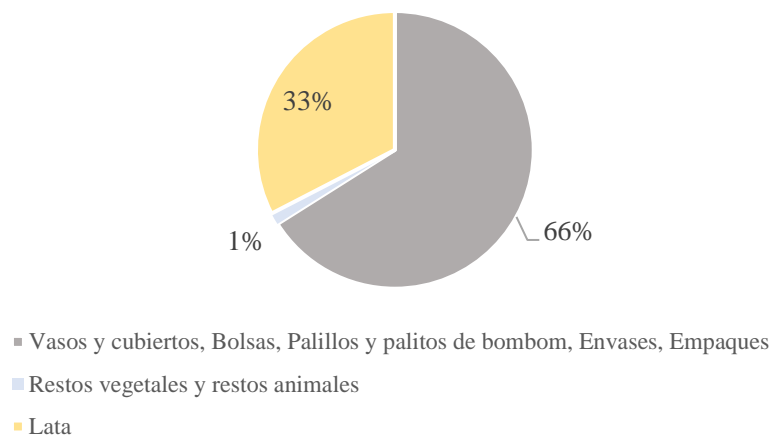


Figura 21. Tipos de residuo solidos flotantes de la playa de Caño Dulce. Fuente: Autor.

La densidad máxima de residuos sólidos flotantes registrada obedece a 7,3 registrada en el monitoreo II y IV, en función de las densidades la segunda campaña obtuvo los mayores registros, pero en función de la variedad de residuos el monitoreo III es el más representativo ver *Figura 22.*

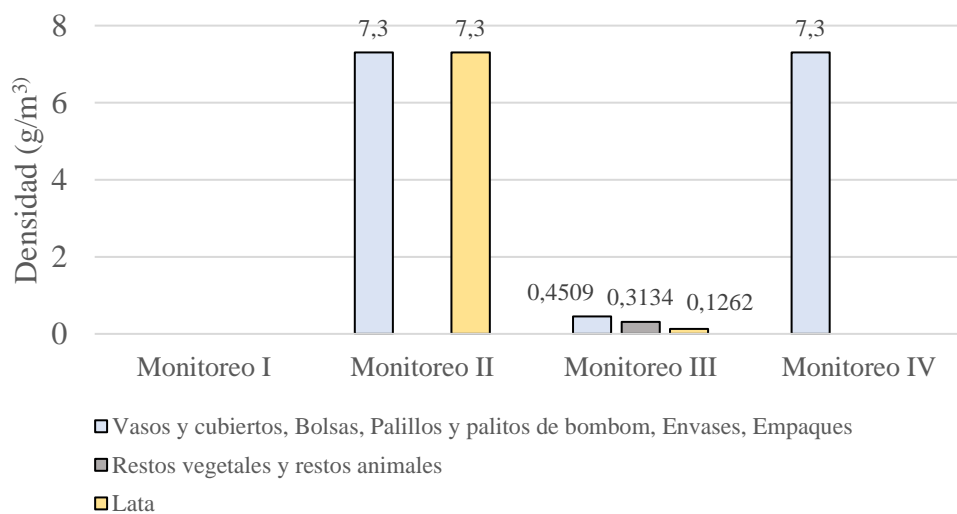


Figura 22. Tipo de residuos sólidos flotantes por monitoreo en la playa de Caño Dulce. Fuente: Autor.

8.1.4. Matriz de Correlación

Los resultados obtenidos al realizar el análisis de correlación de Spearman en la playa de Caño Dulce (ver tabla 3), se observa una correlación de 0,252 con un P-valor de 0,548 entre los parámetros de Densidad de Usuario y Residuos Sólidos en la arena, lo cual indica que se presenta una correlación positiva baja entre las dos variables.

De tal forma, al evidenciar una correlación baja entre estos dos factores se hace necesario indagar en otros estudios los resultados de las correlaciones de residuos sólidos en arena, garantizando la presencia de contextos parecidos (en función a la desembocadura del Río Magdalena).

Por un lado, se encuentra la investigación de Viña et al. (2018) que estudiaron la basura marina en el Sur de la Bahía de Vizcaya, dentro de su estudio identificaron lo que ellos denominan “Factores estresantes” que está constituido por Puerto y Ríos con desembocadura en el cuerpo de agua objeto de estudio, destacan que la matriz de correlación (Tau-b de Kendall) presento una positiva y significativa correlación entre la densidad total de basura y el número de factores estresantes ($T_b = 0,7298$, $P = 0,0062$), por tanto se podría considerar la afectación del Río Magdalena como “Factor Estresante” debido a la gran influencia de recepción de sedimentos y residuos en esta playa por la cercanía con la desembocadura. (Torres et al. 2014).

Por otro lado, Benny et al. (2020) Encontraron en las playas de la costa de Kerala, India que los desechos relacionados con la pesca en playas de mayor intensidad de esta actividad (4420 artículos) eran más de cuatro veces comparado con las playas donde esta actividad es de menor intensidad (1120 artículos), al igual que Unger & Harrison (2016) quienes en las en las

playas del Reino Unido observaron una correlación positiva entre la abundancia de basura y la proximidad a los caladeros.

Lo cual abre las puertas a considerar estos aspectos como posibles fuentes de contaminación de residuos sólidos en arena para la playa de Caño Dulce.

Tabla 3.

Factor de Correlación de Spearman - Playa de Caño Dulce.

		Residuos sólidos en Arena Playa Caño Dulce	Densidad de Usuarios Playa Caño Dulce
Rho de Sperman	Residuos sólidos en Arena Playa Caño Dulce	Coefficiente de correlación	1,000
		Sig.(bilateral)	-
		N	8
	Densidad de Usuarios Playa Caño Dulce	Coefficiente de correlación	0,252
		Sig.(bilateral)	0,548
		N	8

NOTA: Factor de correlación para residuos sólidos en arena, densidad de usuarios y Microplásticos. Tomado de:

Autor



8.1.5. Densidad de usuario

Para la densidad de usuarios en el proceso de investigación se encontró en promedio mayor densidad en la jornada de la tarde con 623 Visitantes/m², en comparación con la jornada de la mañana donde se encontró solo un poco más de la mitad de visitantes 330 visitantes/m², por otro lado, el valor máximo encontrado en la mañana corresponde a 575 visitantes/m² lo que no equivale ni a una tercera parte del máximo en la jornada en la tarde con 1808 visitantes/m². El mínimo de visitantes/m² en la jornada de la mañana es equivalente a 151, mientras que en la tarde corresponde a 133 visitantes/m² ver *figura 23*. Los valores de desviación estándar varían, es bajo en la mañana (178) y más alto en la tarde (794).

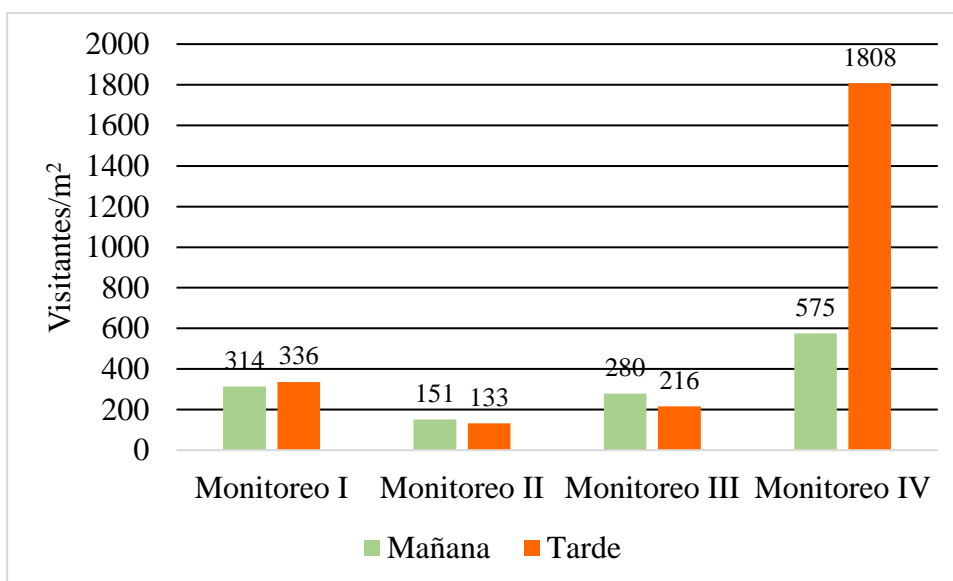


Figura 23. Densidad de usuarios arena por jornada en la playa de Caño Dulce. Fuente: Autor

La mayor afluencia de visitantes en promedio que se presentó corresponde al cuarto monitoreo con 131 visitantes/m², seguido del primer monitoreo con 68 visitantes/m², el tercer monitoreo con una presencia de 51 visitantes/m² y, por último, el segundo monitoreo que corresponde al menor valor evidenciado con un promedio de 28 visitantes/m² ver *figura 24*.

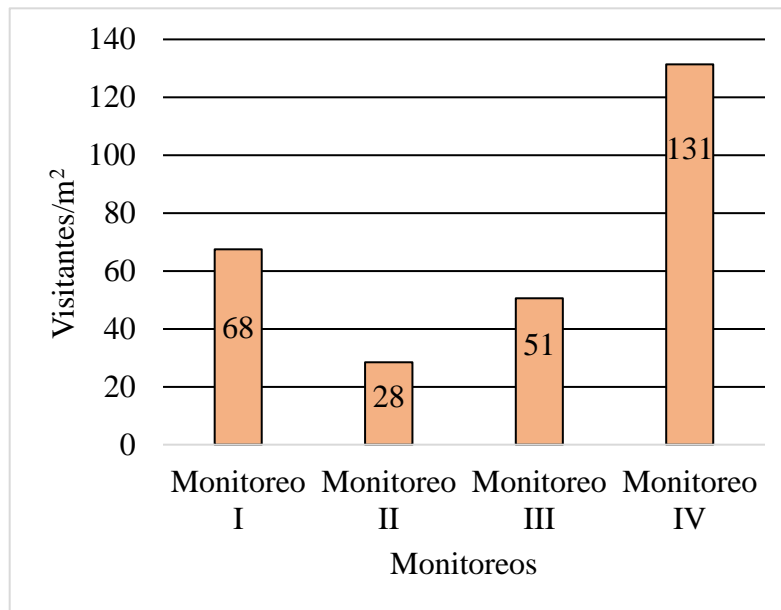


Figura 24. Densidad de usuarios en cada monitoreo en la playa de Caño Dulce. Fuente: Autor

Por otro lado, en la playa de Caño Dulce para evaluar la densidad de usuarios se determinaron 5 franjas, para el Monitoreo I la franja más significativa es la A, para el Monitoreo II es la franja D pero las variaciones no son muy considerables en este monitoreo, en el caso del Monitoreo III y IV la densidad de usuarios es muy variable en cada franja según la jornada de monitoreo, se tiene entonces que en el tercer monitoreo para la mañana es más representativa la Franja A pero en la tarde es la C, por su lado, en el último monitoreo para la mañana es más representativa la franja D y en la tarde es la E Ver *figura 25*.

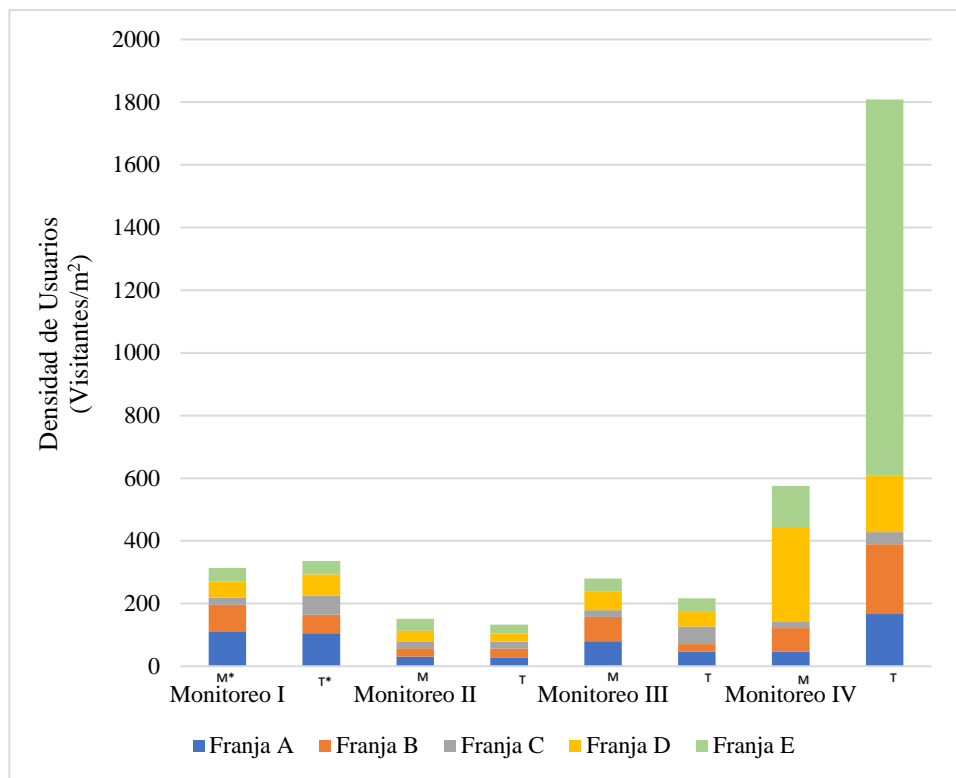


Figura 25. Densidad de usuarios por franja en cada monitoreo de la playa de Caño Dulce.

Nota: *M Representa la Jornada de monitoreo en la mañana. *T Representa la Jornada de monitoreo en la tarde. Fuente: Autor

8.2. Playa Puerto Velero

8.2.1. Microplásticos

Los resultados obtenidos de la playa de Puerto Velero (ver *Tabla 4*) muestran en el caso de los microplásticos que el numero promedio de los mismos en la mañana fue de 73 partículas/50g y en la tarde 77 partículas/50g. Al comparar estas cantidades con las concentraciones de microplásticos detectadas en las 24 muestras que oscila entre un máximo de 115 partículas por 50g y 116 partículas/50g para la mañana y tarde respectivamente, y un mínimo de 5 partículas por 50g de arena en la mañana y 2 partículas/50g para la tarde, las cantidades promedios son bajas, lo cual concuerda con los valores arrojados de la desviación estándar que indica que los datos están dispersos con respecto a la media, mientras mayor es la

desviación estándar, mayor es la dispersión de los datos, es decir, el comportamiento de los microplásticos en esta playa es variable especialmente en la mañana con valores de 40,26 y 35,78 para la tarde.

Es importante resaltar que en diversas muestras se encontró una gran cantidad de microplásticos (Incontables), este valor indica que la calidad de esta playa se encuentra afectada por la gran presencia de microplásticos que supero el rango entre 0 y 80 número de partículas encontradas, estipulados según la bibliografía.

Tabla 4.

Resumen de resultados de medición

PUERTO VELERO

Parámetro	Promedio		Mañana		Tarde		Desviación Estándar	
	Mañana	Tarde	Max	Min	Max	Min	Mañana	Tarde
Microplásticos (Partículas/50g)	73.08	77.08	115.00	5.00	116.00	2.00	40.26	35.78
RSA* (Unid/100m ²)	31.50	23.50	40.00	14.00	44.00	15.00	11.93	13.72
RSF** (g/m ³)	37.93	15.15	148.40	0.00	58.30	0.00	73.66	28.79
Carga Turística	591.25	190.23	837.14	232.90	207.40	171.72	264.54	19.21

NOTA: Resumen de parámetros medidos en la Playa de Puerto Velero; RSA* Residuos sólidos en arena; RSF**

Residuos sólidos flotantes. Fuente: *Autores*



La mayoría de microplásticos encontrados en la playa de Puerto Velero corresponden a Fibras con el 92.73%, seguido de las Láminas con el 3,83% el restante se encuentra distribuido entre pellets, pegados, alargados y aformes ver *Figura 26*. El número total de microplásticos encontrados, durante los cuatro monitoreos realizados corresponde a 1802 partículas/50g.

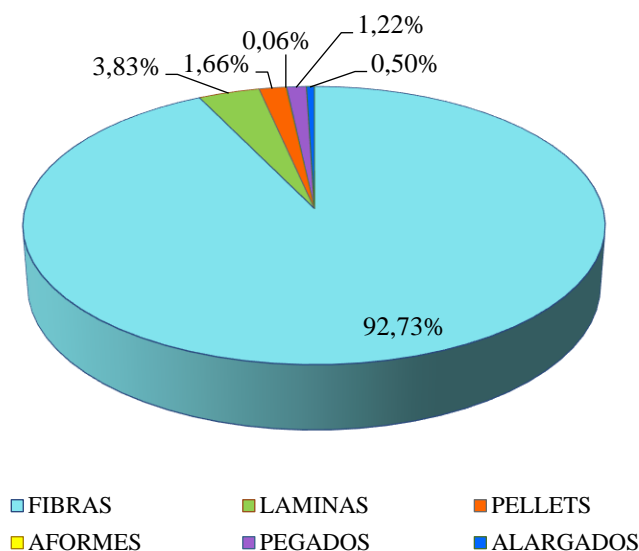


Figura 26. Microplásticos presentes en la playa de Puerto Velero. Fuente: Autor

Se encontró un dominio por parte de microplásticos de tamaño inferior o igual a 1mm, los cuales fueron identificados en el paso 2 del análisis de laboratorio de igual forma que en la playa de Caño Dulce, para el monitoreo I y III se presentaron las mayores cantidades, pues las muestras analizadas arrojaron resultados incontables, seguido del monitoreo II y IV. Por otro lado, la mayor cantidad de microplásticos de 5mm encontrados en el monitoreo corresponden al I monitoreo ver *Figura 27*.

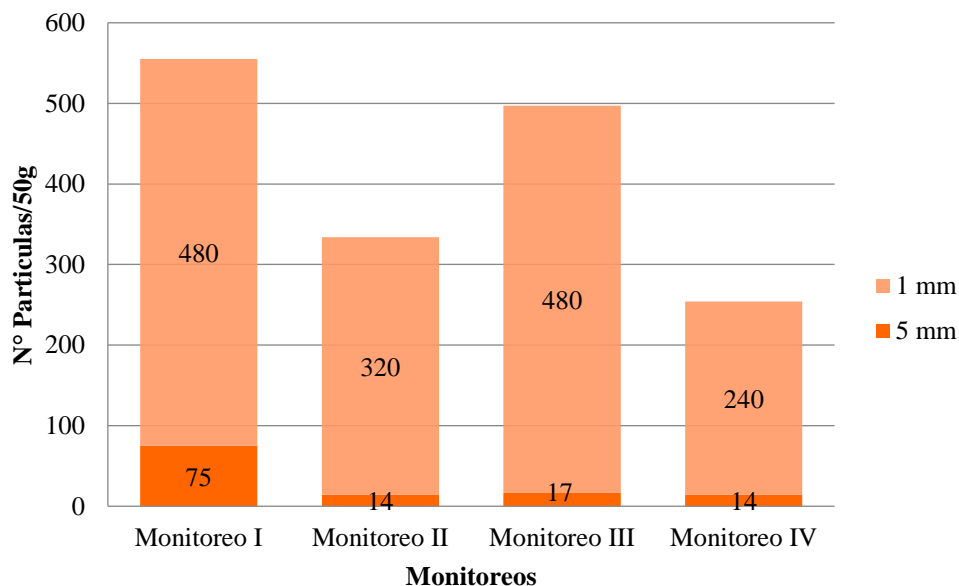


Figura 27. Tamaño de microplásticos por monitoreo en la playa Puerto Velero. Fuente: Autor

La mayor concentración de microplásticos que se presentó corresponde al I monitoreo realizado el día 28 de Julio del año 2018 con 637 partículas/50g, seguido del III monitoreo con 540 partículas/50g (30 de septiembre de 2018), en el II monitoreo (2 de septiembre de 2018) se encontraron 358 partículas/50g y, por último, el IV monitoreo (28 de octubre de 2018) con 267 microplásticos/50g ver *Figura 28*.

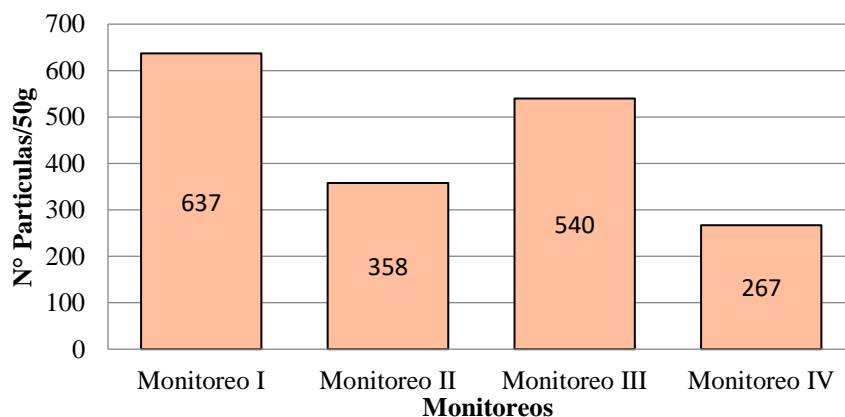


Figura 28. Concentración de microplásticos por monitoreos en la playa de Puerto Velero. Fuente: Autor

Según las fechas de monitoreos coinciden todas a realizarse en la temporada de lluvias que abarca el período de mayo a noviembre (Costoya et al. 2019).

8.2.2. Residuos sólidos en arena.

En la playa de Puerto Velero los residuos sólidos en arena se encontraron en mayor cantidad promedio para la jornada de la mañana con 32 unidades/100m² de residuos, en la tarde fueron registrados un promedio de 24 unidades/100m². Por otro lado, en las jornadas de la mañana se encontró un máximo de 40 unidades/100m² y un mínimo de 14/100m², así mismo, en la jornada de la tarde se evidencio un máximo de 44 unidades/100m² y un mínimo de 15 unidades/100m². A cada una de estas etapas de monitoreo se le determino la desviación estándar 12 y 14 respectivamente para la mañana y la tarde, ver *Figura 29*.

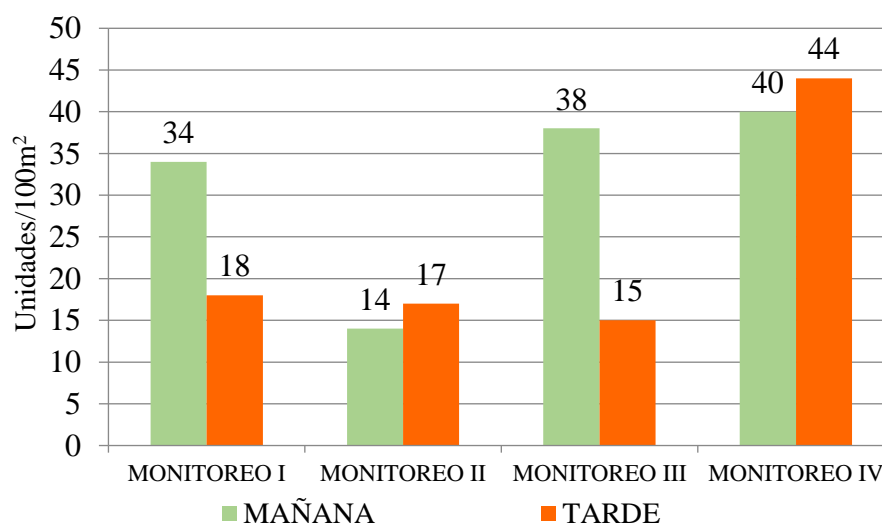


Figura 29. Cuantificación de residuos sólidos en arena por jornada de monitoreo en la playa de Puerto Velero.

Fuente: Autor

En total con los cuatro monitoreos se recolectaron en la playa de Puerto Velero 220 unidades/100m² de residuos sólidos en arena, la zona que presento mayor presencia de residuos corresponde a la zona de transición, seguido de la activa, reposo y servicios ver *Figura 30 A*. El monitoreo con mayor registro de RSA es el monitoreo IV con 67 unidades/100m² para la zona de transición, seguido del monitoreo I con 23 unidades/100m² en la zona activa, el resto de

monitoreos no superan el valor descrito anteriormente en ninguna de las 4 zonas, en el monitoreo II para la zona de servicios y transición no fueron encontrados residuos ver *Figura 30 B*.

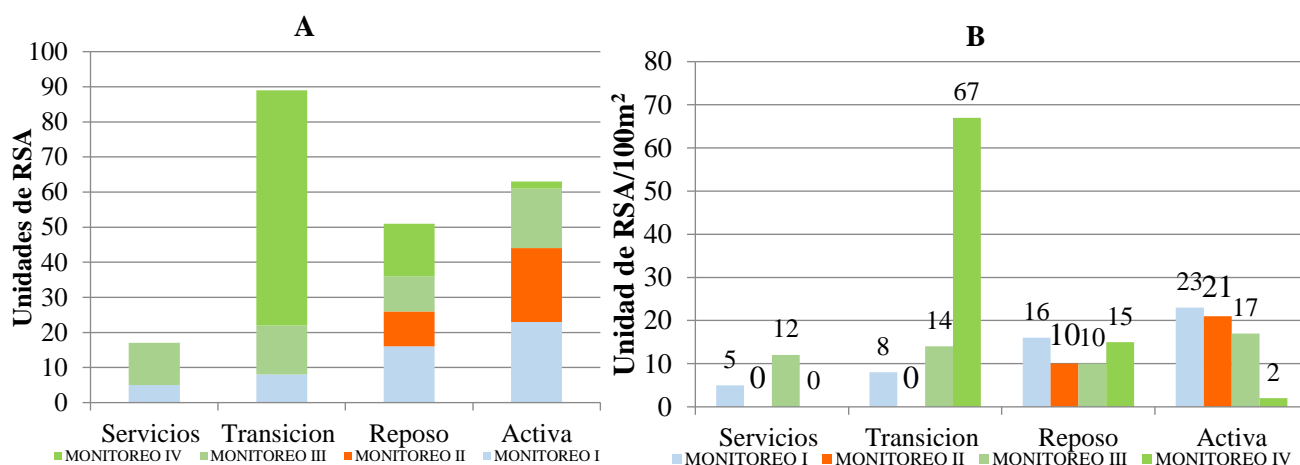


Figura 30. (A) Distribución de RSA por zonas en la playa de Puerto Velero; (B) Residuos sólidos en arena por zona y monitoreo en la playa de Puerto Velero. Fuente: Autor

La categoría de residuos con mayor presencia corresponde a residuos provenientes del mar con 51 artículos equivalentes al 23% del total de los mismos y los comunes con 43 artículos, es decir, el 20%, ambas categorías constan de latas de bebidas, envoltorios de alimentos, botellas plásticas y similares la diferencia entre ellas radica en su presentación, pues los provenientes del mar por lo general se encuentran mojados y/o húmedos, con tono amarillento y baboso, características que fueron observadas en campo y en función de estas se catalogaron los residuos en una de las dos categorías.

No fueron encontrados residuos peligrosos o residuos con aceite y los de menor cantidad corresponden a Residuos Gruesos: partes de carros, electrodomésticos con 1% del total, ver *Figura 31*.

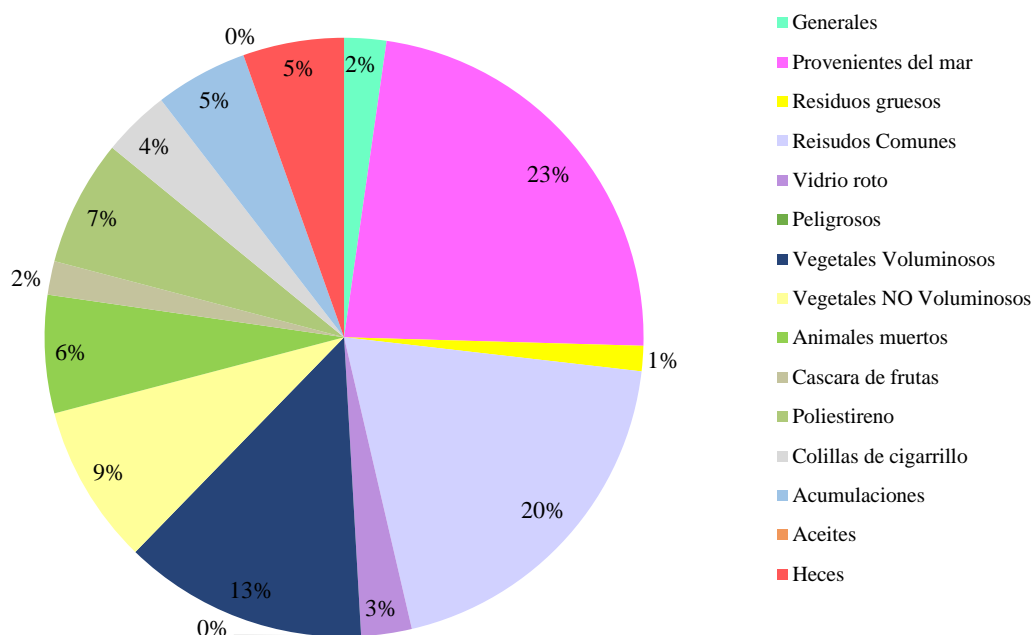


Figura 31. Residuos sólidos en arena encontrados en la playa de Puerto Velero. Tomado de: Autor

8.2.3. Residuos sólidos flotantes

Los residuos sólidos flotantes, en la jornada de la mañana en promedio el peso de residuos fue de 38g y en la tarde fue de 15g. El peso máximo encontrado en la mañana corresponde a 148 y en la tarde fue de 58g, la desviación estándar corresponde a 74 y 29 mañana y tarde respectivamente. Se debe agregar que en algunos monitoreos no fue evidenciada la presencia de residuos sólidos flotantes.

En la playa de Puerto Velero se encontró que el II monitoreo registro mayor densidad de residuos sólidos flotantes ($1,4578\text{g/m}^3$), seguido del IV. Por su parte, en el I y III monitoreo no fueron encontrados residuos sólidos flotantes, ver *Figura 32*.

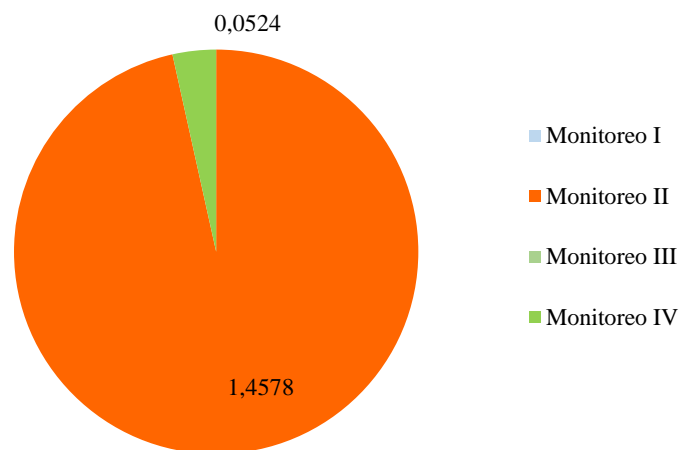


Figura 32. Densidad de residuos sólidos flotantes en la playa de Puerto Velero. Fuente: Autor

Los residuos sólidos flotantes encontrados en la playa de Puerto Velero fueron de dos tipos, el primero es material orgánico constituido por restos vegetales y animales que representaron el 96% del total de residuos encontrados y el segundo hace referencia a los plásticos conformados por vasos y cubiertos, bolsas, palillos, palitos de bombón, envases y empaques con una representación del 4%, ver *figura 33*.

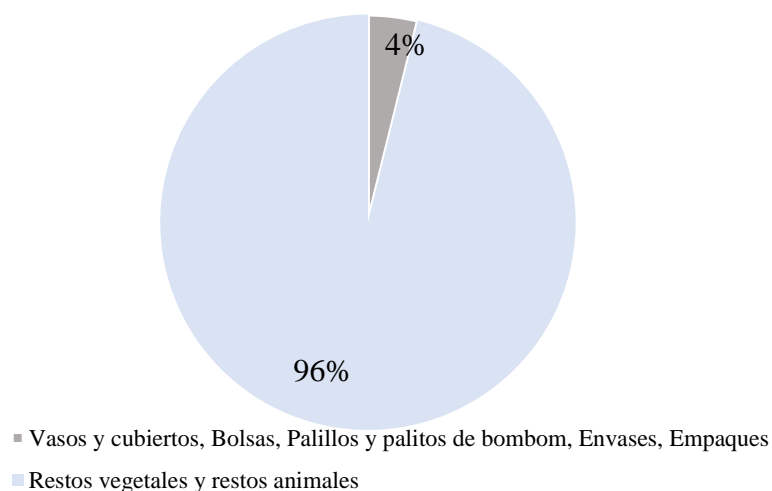


Figura 33. Tipos de residuo solidos flotantes de la playa de Puerto Velero. Fuente: Autor.

8.2.4. Matriz de correlación

El análisis de Correlación de Spearman arrojó una Positiva y moderada correlación ($R=0,503$; $p=0,204$) entre la Densidad de Usuarios y los Residuos Sólidos en Arena en la Playa de Puerto Velero (ver *tabla 5*).

Lo cual concuerda con las investigaciones realizadas por Garcés et al. (2020) quienes identificaron 5 fuentes principales de macroplásticos (Paquetes crujientes/dulces y palitos de caramelo; Piezas de plástico/poliestireno de 2,5 cm a 50 cm; Pequeñas bolsas de plástico; tapones/tapas; y bebidas (botellas, envases y bidones), y encontraron que en la costa del Caribe, las actividades de turismo y recreación fueron las fuentes más influyentes en la generación de residuos con un 55% a 60%, seguido por las prácticas inadecuadas de manejo de desechos con un 18% y 28%.

Por su parte, Ordóñez et al. (2020) encontraron en las playas de Santa Marta una correlación de Pearson positiva moderada-fuerte y significativa entre el número de usuarios en la playa y la concentración de residuos ($r=0,62$, $N=22$, $P=0,0012$), los más significativos fueron los plásticos, corchos corona, las colillas de cigarrillos, las pastillas de refresco, los fragmentos de plástico y de vidrio.

Así mismo, Brouwer et al. (2017) en las Costas Europeas concluyeron en sus investigaciones la existencia de una fuerte correlación entre la densidad de visitantes de la playa y la generación de basura marina, siendo la recreación y el turismo en la playa uno de los principales responsables de la basura encontrada.



Tabla 5.

Factor de correlación de Spearman los parámetros de la playa de Puerto Velero.

		Residuos sólidos en Arena Playa Puerto Velero	Densidad de Usuarios Playa Puerto Velero
Residuos	Coeficiente de	1,000	0,503
sólidos en	correlación		
Arena Playa	Sig.(bilateral)	-	0,204
Puerto Velero	N	8	8
Densidad de	Coeficiente de	0,503	1,000
Usuarios	correlación		
Playa Puerto	Sig.(bilateral)	0,204	-
Velero	N	8	8

NOTA: Factor de correlación para residuos sólidos en arena, densidad de usuarios y Microplásticos. Fuente:

Autor

8.2.5. Densidad de usuario

En la playa de Puerto Velero la densidad de usuarios presento resultados en promedio de mayor valor en la jornada de la mañana con 591 Visitantes/m², mientras que en la jornada de la tarde se encontró 191 visitantes/m². El valor máximo para la jornada de la mañana corresponde a 837 visitantes/m², mientras que el máximo en la jornada de la tarde fue 207 visitantes/m², lo que equivale aproximadamente a una cuarta parte de la densidad de usuarios en la mañana. El valor mínimo de visitantes/m² en la jornada de la mañana es de 233, mientras que en la tarde

corresponde a 175 visitantes/m², ver *figura 34*. Los valores de desviación estándar varían, es alto en la mañana (265) y más bajo en la tarde (18).

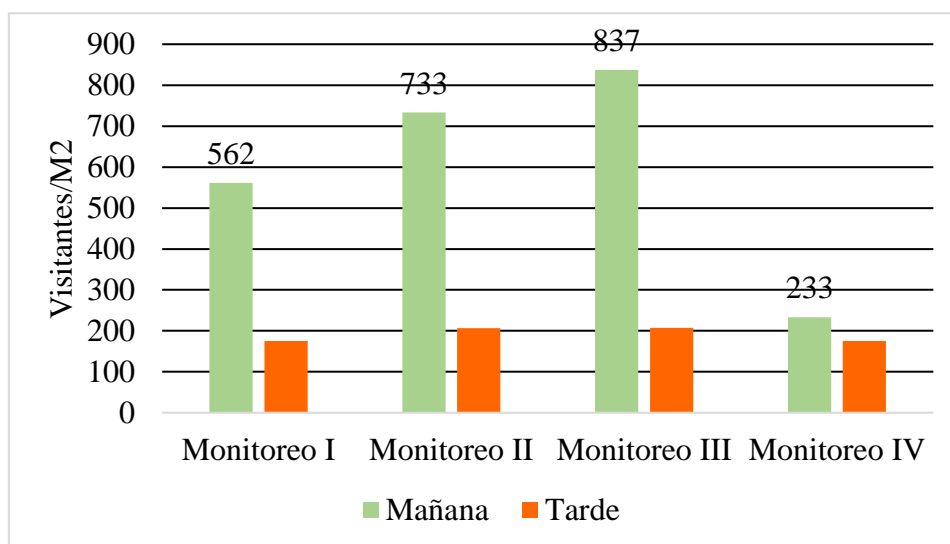


Figura 34. Densidad de usuarios arena por jornada en la playa de Puerto Velero. Fuente: Autor

En el Monitoreo III y II se registraron los valores promedio más altos de densidad de usuarios con 108 y 101 Visitantes/m² respectivamente, por el contrario, en el Monitoreo IV se evidencio la densidad de usuarios más baja de todos los monitoreos con 42 Visitantes/m², Ver *figura 35 (a)*.

Por su parte, en la playa de Puerto Velero de forma general la Franja E fue la que presento mayor densidad de usuarios solo para la jornada de la mañana en el Monitoreo III, seguido de la franja C para el Monitoreo I en la mañana. En el Monitoreo II la franja con mayor densidad de usuarios corresponde igualmente a la C, y por último en el Monitoreo IV la franja D fue la más significativa.

Para la franja A del Monitoreo I en la jornada de la tarde no fue evidenciada densidad de usuario (valor de 0) pero si en las otras franjas. Se presentó menor densidad de usuarios para las

franjas E, B, A y A para los monitoreos I, II, III y IV respectivamente en la jornada de la tarde ver *figura 35 (b)*.

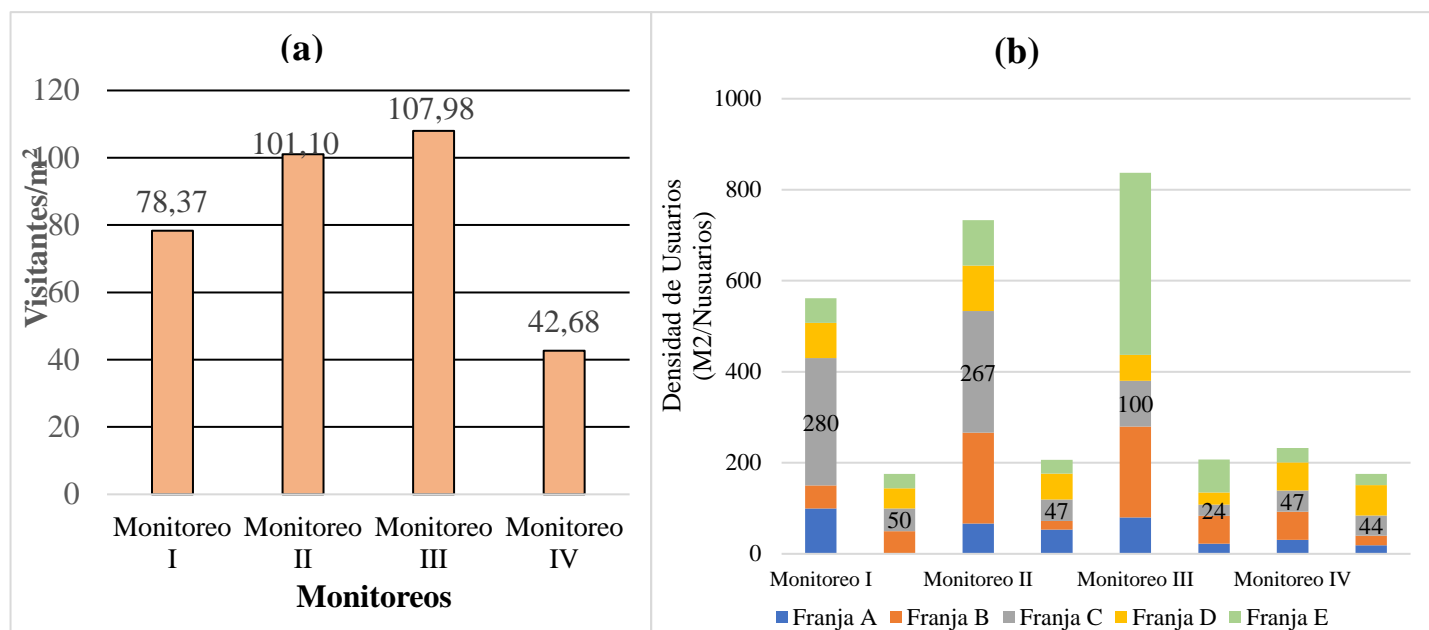


Figura 35. (a) Densidad de usuarios en cada monitoreo de la playa; (b) Densidad de usuarios por franja en cada monitoreo de la playa de Puerto Velero. Fuente: Autor.

Nota: *M Representa la Jornada de monitoreo en la mañana. *T Representa la Jornada de monitoreo en la tarde; Tomado de: *Autor*

9. Discusión

9.1. Microplásticos

Durante los cuatro monitoreos realizados a las playas en función a los microplásticos se encontró que según el examen microscópico del sedimento recuperado se realizó la categorización de las partículas de forma general en tres tipos principales: fibra, láminas y pellets, ver *Figura 36*. Las fibras representaron 93,52%, con las láminas en segundo lugar en abundancia (3,66%) seguidas de pellets (1,42%), en el restante se encuentran pegados, alargados y aiformes.

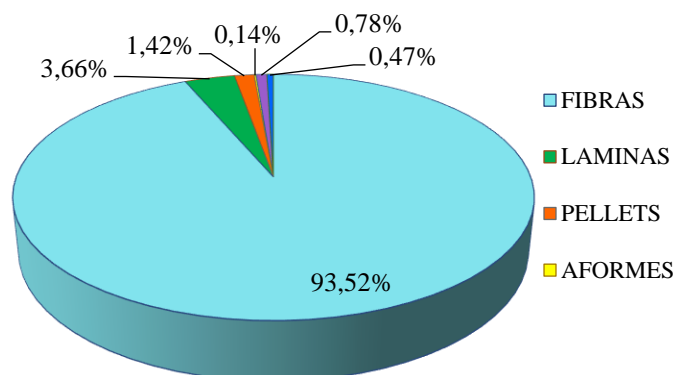


Figura 36. Representación del porcentaje de microplásticos encontrados en cada muestra según su tamaño Fuente: Autor

Es necesario resaltar que las tres formas de microplásticos señalados anteriormente en su respectivo orden coinciden en representatividad de abundancia para las dos playas. Por otro lado, se encontró que el porcentaje total de microplásticos en forma de fibras, es mucho mayor en todas las muestras que el porcentaje total de microplásticos con otro tipo de forma, lo cual coincide con la afirmación de Woods et al. (2018) “Las fibras microplásticas (MPF) son un contaminante marino ubicuo que representa hasta el 90% de las concentraciones microplásticas globales” (p.639).

En el mismo orden de ideas, el análisis de la distribución de tamaños de microplásticos en las muestras ha permitido identificar que como era de esperarse en las dos playas el tamaño predominante de microplásticos es de 1 mm, ver *Figura 37*, es importante señalar que dependiendo del tamaño, los fragmentos se clasifican generalmente como macro- (> 5 mm) o microplásticos (1–5 mm), aunque a veces se usan categorías de tamaño adicionales (Por ejemplo, nano-plásticos < 1 mm) (Schmuck et al. 2017).

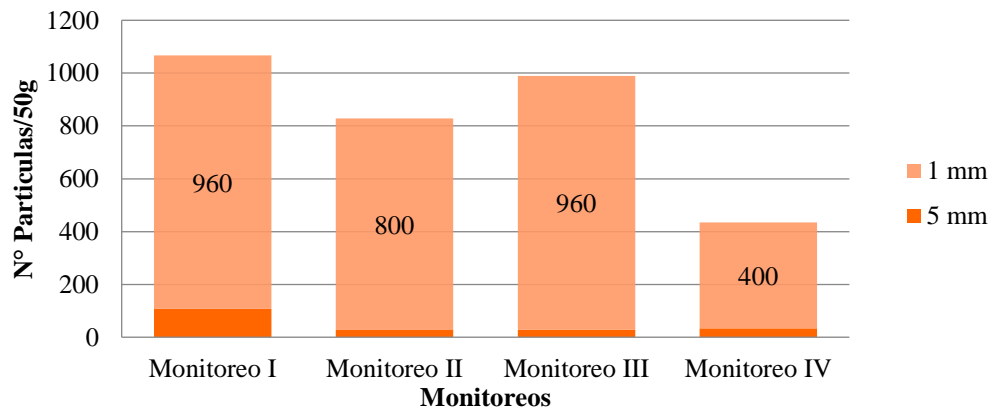


Figura 37. Tamaño de microplásticos para la playa de Puerto Velero y Caño Dulce. Fuente: Autor

Según la literatura es necesario conocer la distinción entre microplásticos primarios y secundarios, esto se vuelve útil porque puede ayudar significativamente a indicar fuentes potenciales e identificar medidas de mitigación para reducir su entrada al medio ambiente. Si bien los microplásticos superan en gran medida al plástico en los sistemas marinos, todavía constituyen solo una pequeña proporción de la masa total de plásticos en el océano, y se vuelve cada vez es más difícil distinguir el plástico de las partículas no plásticas con un tamaño decreciente, utilizando solo el examen microscópico (GESAMP, 2015).

Respecto a la evolución temporal y concentración del contenido de microplásticos en las muestras, se observa que durante los cuatro monitoreos hay un incremento y luego un descenso de los Microplásticos, Ver *figura 38A*, el monitoreo en el que se presentó mayor cantidad de microplásticos corresponde al realizado el día 28 de Julio del año 2018, lo cual es similar en las dos playas, es importante resaltar que excepto en el II monitoreo, la playa de Puerto Velero presento mayor cantidad de microplásticos en todas las muestras. Referente al segundo muestreo de la playa de Puerto Velero igual que el IV monitoreo para ambas playas la cantidad de microplásticos ha descendido notablemente, ver *figura 38B*. Según los registros de monitoreo no estaban ejecutándose algún tipo de actividad que afectara los resultados, sin embargo, se

desconoce si se presenta alguna actividad de limpieza recientemente o una menor arribada de visitantes.

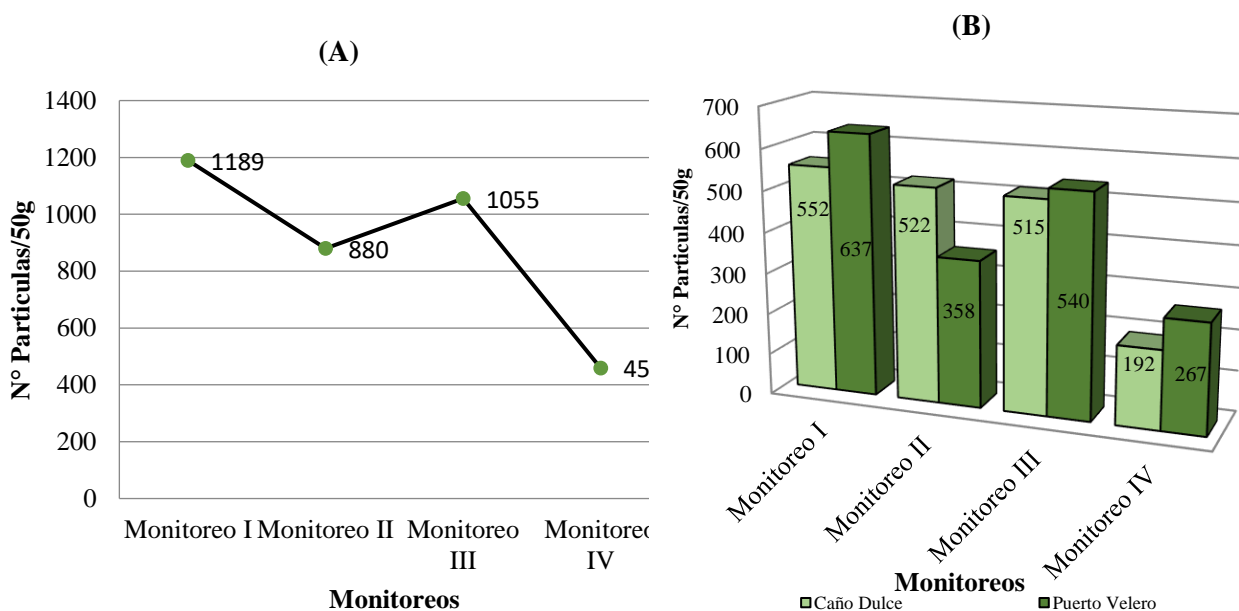


Figura 38. (a) Concentración de microplásticos por monitoreos en la playa de Caño Dulce y Puerto Velero; (b)

Microplásticos en cada monitoreo de la playa de Caño Dulce y Puerto Velero. Fuente: Autor

Cabe señalar, la dispersión estadística existente entre los resultados de las diferentes muestras obtenidas en cada playa. Lo que significa que, aun tratándose de lugares geográficamente tan próximos (la distancia aproximada entre muestras es de 50 metros), la distribución de microplásticos sobre la línea de rompiente no es, en absoluto, uniforme.

En promedio la concentración de microplásticos varía en cada una de las dos playas, especialmente dependiendo de la jornada del día en la que se tomen las muestras, según los resultados obtenidos en laboratorio para la playa de Puerto Velero en la tarde se presenta mayor concentración de partículas microplásticas, mientras que, en la playa de Caño Dulce, las mayores concentraciones fueron encontradas en las muestras de la jornada de la mañana, Ver *figura 39*.

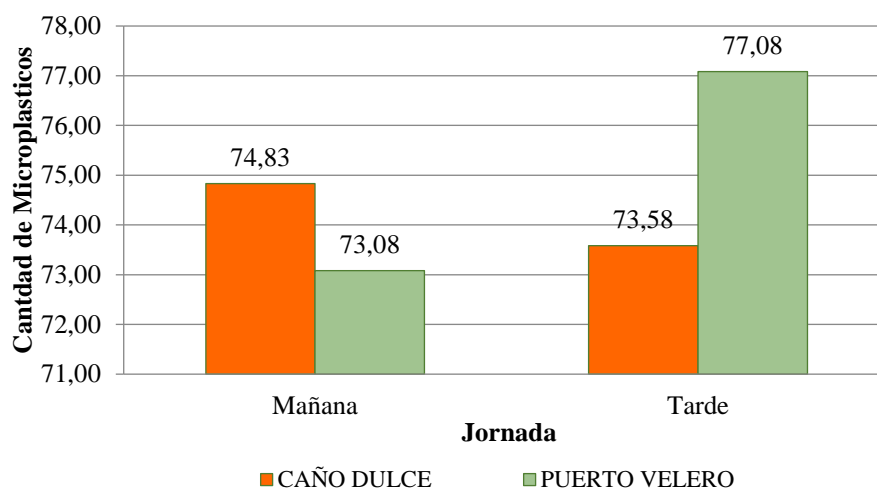


Figura 39. Promedio de concentración de microplásticos. Fuente: Autores

Por otro lado, en Colombia aún no se ha generado normatividad relacionada a microplásticos, y de forma general hasta el momento en ningún país, por lo tanto, se descarta esta posibilidad como base referencial a la hora de verificar cumplimientos o comparar resultados obtenidos, motivo por el cual, se hace necesario indagar en la comunidad científica investigaciones que puedan cumplir este fin, verificando que la metodología utilizada se encuentre en la mayor armonía con la presente.

En el estudio realizado por Bosker et al. (2018) se tomaron muestras de un total de 21 playas en cuatro islas de Antillas Menores: Anguila, San Bartolomé, San Eustaquio y San Martín, pertenecientes al caribe, durante el mes de Junio del año 2016 y para cada playa se recolectaron cinco muestras el mismo día.

Los resultados de los valores promedio en los diferentes puntos de muestreo se encuentra en el artículo de Bosker et al. (2018) al comparar estos niveles con el promedio obtenido en la playa de Caño Dulce 74 microplásticos por g dw (peso seco) y 75 microplásticos por g dw para la playa de Puerto Velero, solo en la Isla de Sotavento la playa de Anse des Sables se encuentra

con una abundancia similar a las playas objeto de estudio con 68 ± 19 donde el 100% corresponden a fibras, en el resto de las playas las concentraciones promedio de microplásticos son superiores a las obtenidas en esta investigación.

9.2. Residuos sólidos en arena

En cuanto a los residuos sólidos en arena se encontró que la playa con mayores niveles de contaminación en los cuatro monitoreos (con registros de jornada mañana/tarde en cada playa) corresponde a Caño Dulce, ver *Figura 40*. El monitoreo más significativo para la playa de Puerto Velero es el IV con un total de 84 Unidades/100m² y en la Caño Dulce fue el I monitoreo con 666 Unidades/100m², por otro lado, en el monitoreo que se encontraron menos residuos sólidos corresponde al II en ambas playas.

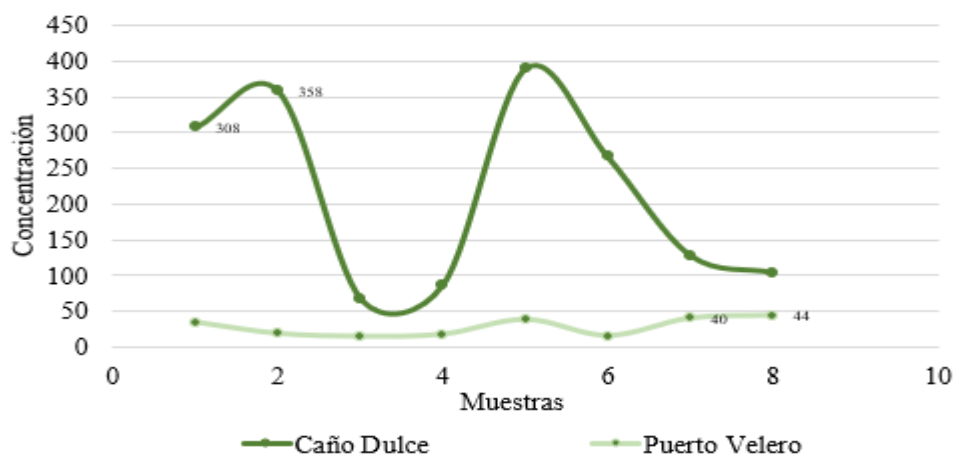


Figura 40. Residuos sólidos en arena para las playas de Caño Dulce y Puerto Velero.

Nota: en la gráfica se encuentran registrados 8 muestras esto obedece a que por cada monitoreo se tomaron dos muestreos uno en la mañana y otro en la tarde, por tanto, de izquierda a derecha para cada playa los dos primeros puntos corresponden al monitoreo 1 y así sucesivamente hasta llegar al cuarto monitoreo que se encuentran representados en los últimos dos puntos para las jornadas mañana y tarde respectivamente. Fuente: Autor

Por jornadas en la playa de Puerto Velero el monitoreo más representativo en la mañana corresponde al IV monitoreo (40 unidades de residuos sólidos/100m²) y en Caño Dulce fue el III monitoreo (390 Unidades/100m²), los monitoreos con menor presencia de residuos corresponden al II en ambas playas. En esa misma línea, para la jornada de la tarde el monitoreo más significativo fueron el I (358 Unidades/100m²) y el IV (44 Unidades/100m²) para Caño Dulce y Puerto Velero respectivamente, ver Figura 41.

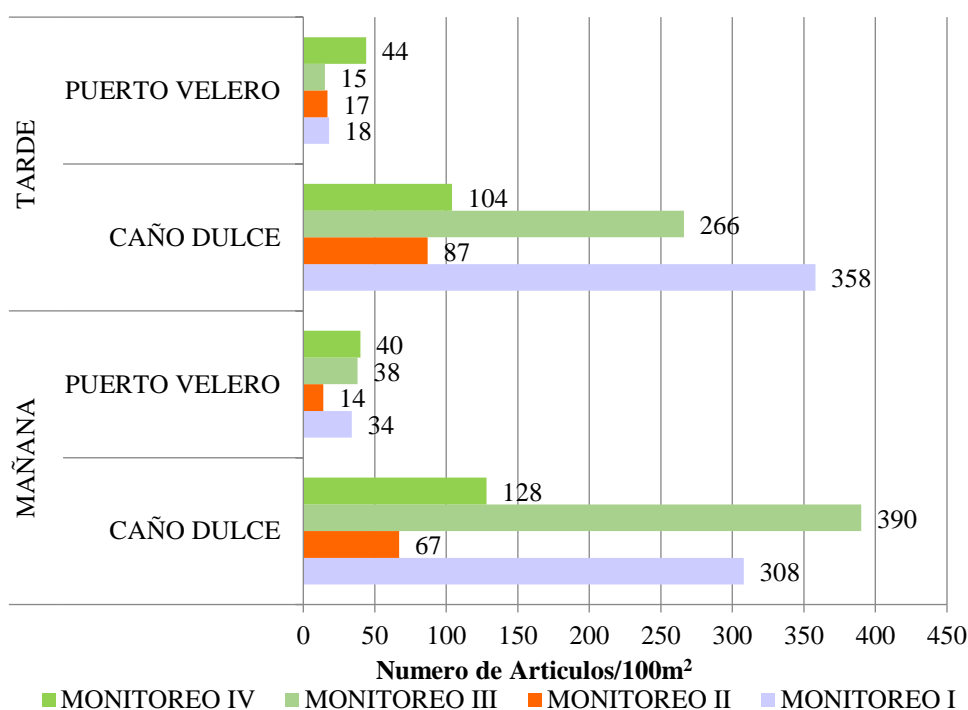


Figura 41. Monitoreos de residuos sólidos en arena para la playa de Puerto Velero y Caño Dulce por jornadas. Fuente: Autor

Los residuos sólidos encontrados en las playas y/o mares es una problemática internacional, que afecta la percepción y la calidad ambiental y sanitaria de estos ecosistemas. Se ha generado en los últimos años un aumento en el interés de la protección del ambiente, derivado de este se han creado diversos movimientos que realizan acciones en pro del equilibrio ecosistémico de las playas, siendo los residuos sólidos en las playas y el mar uno de los factores

con mayor interés, pues su presencia se ha demostrado que influye significativamente en la decisión del turista al momento de escoger sus destinos (Acevedo et al. 2018).

Como se describió anteriormente la playa de Puerto Velero presenta menor cantidad de residuos sólidos esto podría estar relacionado como primera instancia con el proceso de preparación al certificado de Bandera Azul al que está apuntando dicha playa, además, se debe tener en consideración el nivel educativo de los visitantes como factor determinante en conductas sociales y ambientales, como afirman Acevedo et al. (2018) el principal nivel educativo de los visitantes de Caño Dulces es Bachiller Académico, mientras que en Puerto Velero predomina el nivel Posgrado.

Otro factor determinante es la administración de los servidores de las playas, pues en Puerto Velero la limpieza es un aspecto significativo en el desarrollo de sus actividades, catalogando a esta playa con cierto nivel de “Popularidad” entre los turistas debido a que los comerciantes limpian manualmente la playa (Williams et al. 2016), es decir, visionan y entienden el cuidado de las mismas como un atractivo para los visitantes a través del turismo de sol, mar y arena (Zielinski et al. 2019)

Para los cuatro monitoreos en la playa de Caño Dulce y Puerto Velero la zona más afectada por la presencia de residuos sólidos en la arena corresponde a la zona de transición, ver *figura 42*, en el caso de Puerto Velero la segunda zona más afectada es la activa y en Caño Dulce es la de Reposo. La zona menos afectada corresponde a zona activa y servicios para Caño Dulce y Puerto Velero respectivamente.



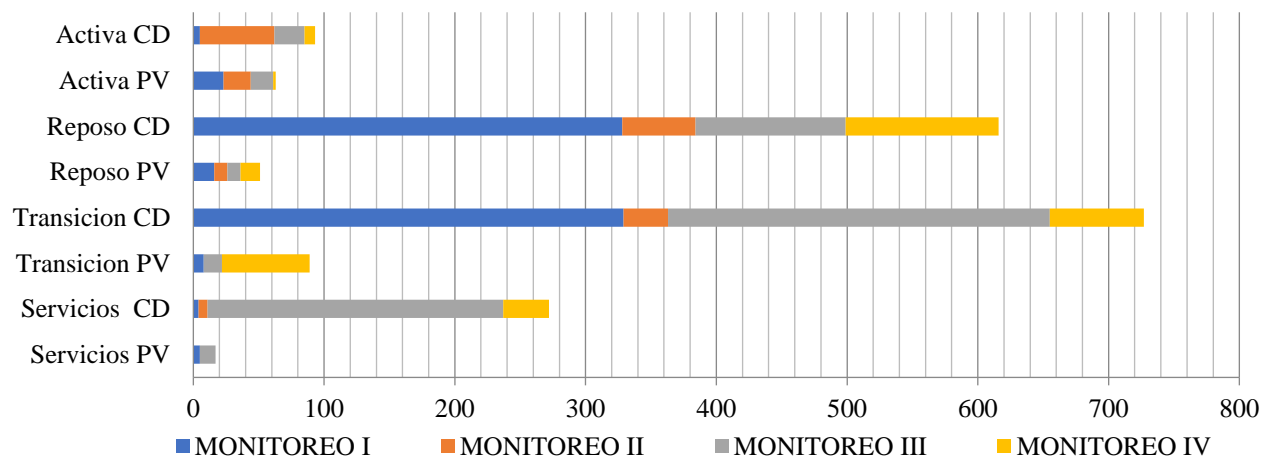


Figura 42. Residuos sólidos en arena por zonas en playas de Puerto Velero y Caño Dulce.

Nota: CD: Caño Dulce; PV: Puerto Velero. Fuente: Autores

Respecto a la composición de los residuos encontrados en las dos playas el 35% corresponde a residuos comunes (Latas de bebidas, envoltorios de alimentos, botellas plásticas y similares) seguido de provenientes del mar con 11% y 10% para colillas de cigarrillo y cascaras de frutas, ver *Figura 43*. Por su lado en Puerto Velero se encontraron más artículos provenientes del mar seguido de residuos comunes y vegetales voluminosos, en la playa de Caño Dulce fueron encontrados en mayor cantidad residuos comunes, seguido de cascaras de frutas y colillas de cigarrillo. Es importante mencionar que en ninguna de las dos playas fueron encontrados residuos peligrosos.

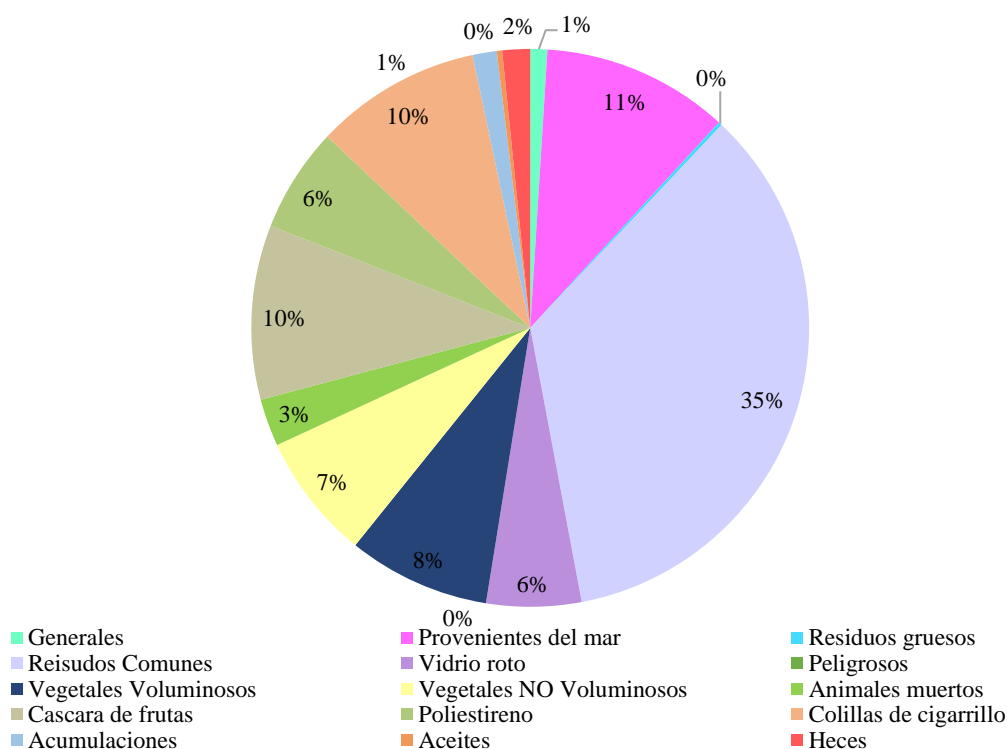


Figura 43. Total de residuos sólidos en arena para las playas de Puerto Velero y Caño Dulce. Fuente: Autor

Con el objeto de comparar los datos obtenidos en las dos playas con otros estudios realizados en las mismas y otras playas del caribe Colombiano, los resultados de residuos sólidos en arenas son expresados en cantidades de artículos y en densidad, la cual se calculó como el número de elementos que fueron recolectados en el transepto dividido por su longitud que en este caso es de 100 m.

Los residuos sólidos en arena en términos de densidad observados en la playa de Caño Dulce y Puerto Velero son de $2,135 \text{ m}^{-1}$ y $0,275 \text{ m}^{-1}$ respectivamente, en este caso para la playa de Puerto Velero los resultados son similares a los encontrados por Buitrago et al. (2019) ($0,24 \text{ m}^{-1}$) pero se desvia referente a Caño Dulce ($0,82 \text{ m}^{-1}$).

Por otro lado, en el estudio realizado por Williams, Buitrago, Anfuso, Arias, & Gracia (2017) se encontro mayor densidad de residuos sólidos en arena para la playa de Puerto Velero ($0,34 \text{ m}^{-1}$) y lo contrario en Caño Dulce ($0,85 \text{ m}^{-1}$).

Para la playa de Puerto Velero con respecto a otras playas del departamento del Atlántico, estos estudios arrojan resultados similares a las determinadas en Pradomar–Resort ($0,16 \text{ m}^{-1}$), Turipana ($0,26 \text{ m}^{-1}$), Palmarito ($0,26 \text{ m}^{-1}$) (Buitrago et al. 2019) y Playa Mendoza ($0,28 \text{ m}^{-1}$) (Rangel et al. 2017).

En este mismo orden de ideas, la Playa de Caño Dulce es similiar a lo encontrado en Playa Linda ($2,91 \text{ m}^{-1}$), Loma de Piedra ($2,70 \text{ m}^{-1}$) (Buitrago et al. 2019) y Santa Veronica-Cajacopi ($2,47 \text{ m}^{-1}$) (Rangel et al. 2017).

Como se menciona anteriormente, la composicion de los residuos sólidos en arena encontrados para ambas playas son residuos comunes y provenientes del mar los cuales constan de latas de bebidas, envoltorios de alimentos, botellas plásticas, pañales y similares; tipos de residuos que en parte concuerdan con los resultados obtenidos en otros estudios, donde encuentran los articulos de plastico y restos de vegetacion como dominantes (Buitrago et al. 2019). Por otro lado, se encontraron que los artículos de plástico y poliestireno dominaron las muestras con 58% y 30% respectivamente. En la Isla Arena los artículos de plásticos fueron los más representativos con el 88.6% del total (Rangel et al. 2017)



9.3. Residuos sólidos flotantes

Los residuos sólidos flotantes encontrados en mayor cantidad corresponden a restos vegetales y animales con un 87%, seguido de vasos, cubiertos, palillos, empaques con el 10%, ver figura 44a.

Por su parte, en terminos de campaña de monitoreos la más representativa fue el II monitoreo para ambas playas, con una elevacion de densidad encontrada en Puerto Velero, ver figura 44b.

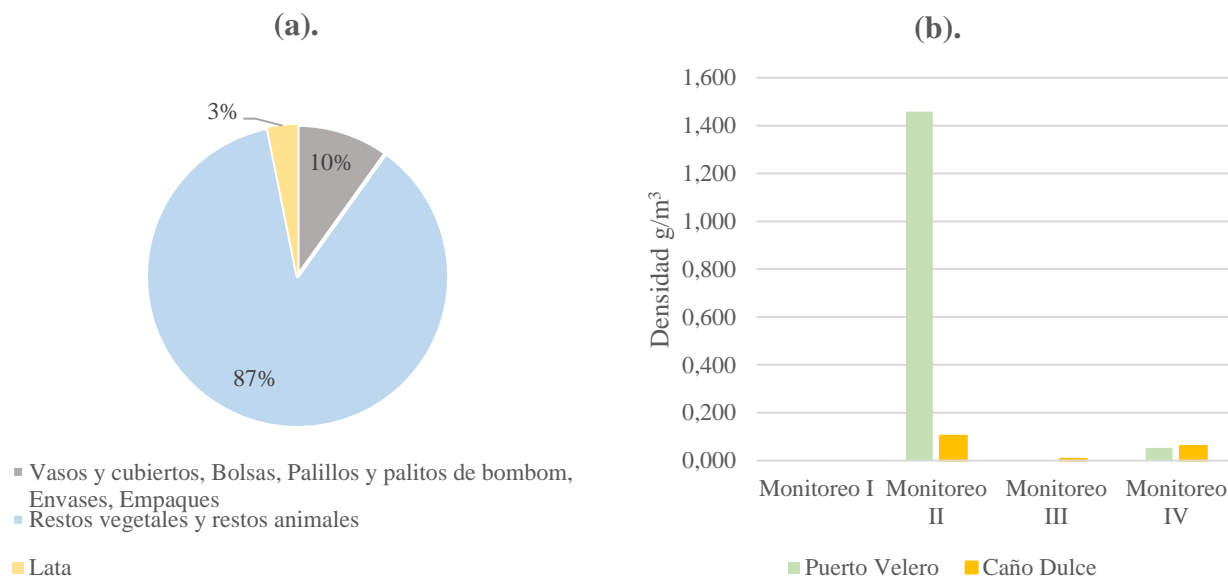


Figura 44. (a). Tipos de residuos sólidos flotantes en las playas de Caño Dulce y Puerto Velero; (b). Densidad residuos sólidos flotantes en las playas de Caño Dulce y Puerto Velero. Fuente: Autor

En términos de los componentes de las muestras los resultados obtenidos coinciden con Orejón et al. (2016) quienes realizaron sus investigaciones durante dos expediciones lideradas por la Fundación FIAyC dentro del proyecto *NIXE III*, en el área de estudio que abarca desde las

Islas Baleares hasta el Mar Adriático (primera expedición) y desde las Islas Baleares hasta el Mar Jónico (segunda expedición), los componentes de origen natural que están constituidos por material animal y vegetal representó el 57,14% de todo el peso seco de las muestras, seguido de material antropico (40,58%)

Por su parte, Arcangeli, et al. (2018) evaluaron la composición de macro basura flotante en la cuenca mediterránea y encontraron que los materiales poliméricos artificiales fueron los más abundantes 90% seguido de la madera y el metal, el textil, el vidrio y el caucho que representaron una porción más pequeña, pero afirma la omnipresencia de materiales plásticos al ser por ejemplo (dentro de nuestra clasificación) los vasos, cubiertos, bolsas, empaques en su mayoría productos cuya materia prima son polímeros.

9.4. Densidad de usuario

La playa de Puerto Velero en tres de los cuatro monitoreos presentó mayor densidad de usuarios en comparación con la playa de Caño Dulce, ver *figura 45*. Lo cual coincide con lo encontrado en el estudio de Acevedo et al (2018), donde los visitantes de ambas playas indican alta satisfacción en el uso de las mismas especialmente en Puerto Velero con un 90% de satisfacción, mientras que Caño Dulce presentó un porcentaje de satisfacción del 78%.

De igual forma, afirman que la playa de Puerto Velero presentó mayor número de visitantes, y la existencia de un alto grado de interés a nivel nacional para la instalación de un puerto deportivo internacional en su extremo sur; por otra parte, evidenciaron en su estudio que la playa de Caño Dulce presentó baja densidad de usuarios, lo cual concuerda con los resultados obtenidos en esta investigación.



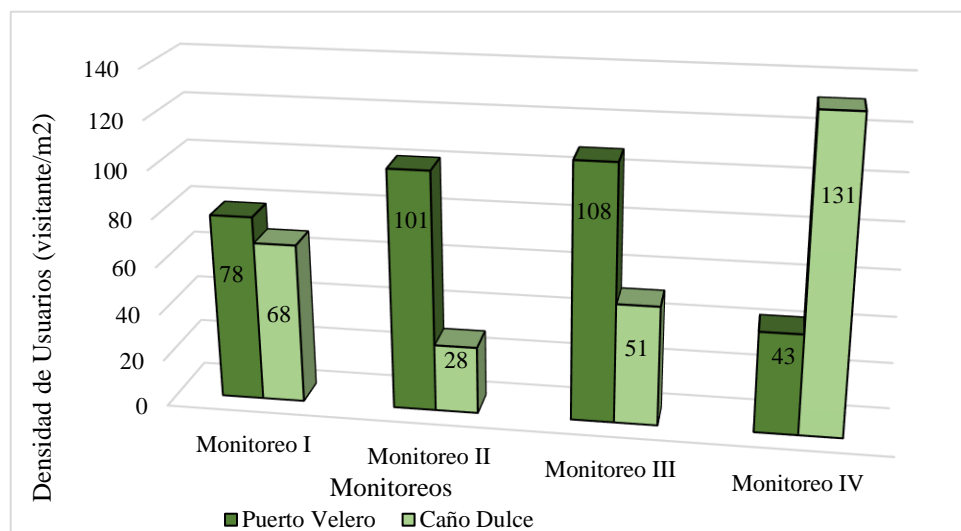


Figura 45. Densidad de usuarios por monitoreo en la playa de Puerto Velero y Caño Dulce. Fuente: Autor

En otro estudio realizado por Botero, registra la densidad de usuarios de playas turísticas en función de los tipos de usos, teniendo que para las playas urbanas se encontro un valor de 5 m^2 /Usuario, para rurales de 7.5 m^2 /Usuario y para playas destinadas al baño una densidad de 20 m^2 /Usuario (Botero 2014), resultados muy por debajo del promedio de los obtenidos en este proceso de investigacion.

Para el monitoreo I la playa de Puerto Velero presento mayor densidad de usuarios en comparacion con Caño Dulce en la jornada de la mañana, de igual forma para el monitoreo II y III. Por su parte, en el monitoreo IV se presenta una variación en este comportamiento, la playa de Caño Dulce se presento la mayor densidad de usuarios especificamente en la jornada de la Tarde, ver *figura 46*.

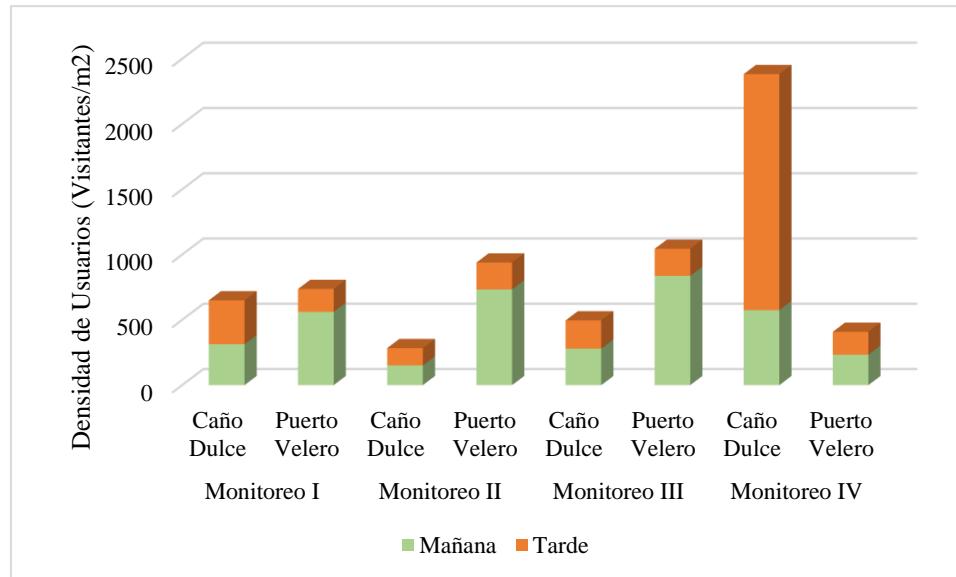


Figura 46. Densidad de usuarios en la playa de Puerto Velero y Caño Dulce por jornadas de monitoreo. Fuente: Autor

La alta presencia de visitantes en la playa puede ser un factor determinante en la percepción del ecosistema, la satisfacción de los usuarios en relación a la porción de playa que puedan utilizar, es un aspecto que como afirman Yepes & Medina (2007) es raramente considerado en la gestión turística y que afecta el grado de disfrute y el atractivo turístico, pueden generar impactos como la erosión (Torres & Giraldo, 2014) entre otros. Es importante resaltar la densidad de usuarios como un factor fundamental en los procesos de planeación y gestión costera.

Es importante resaltar que, según la Dirección General Marítima, (2020) la capacidad de carga en cada playa es diferente, lo cual sin lugar a dudas es significativo, por un lado, Puerto Velero posee una extensión de 73.573m^2 que soporta una capacidad de carga turística de 7.357 Visitantes. Por su parte, Caño Dulce posee una extensión de 42.200 con capacidad de carga de 4.220 Visitantes.

9.5. Influencia de Factores Meteomarineros

Se analizó la influencia de los parámetros meteomarineros con relación a los microplásticos de las playas de Caño Dulce y Puerto Velero, del departamento del Atlántico, debido a que, en ambientes costeros, las fuerzas físicas del viento, las olas y las mareas causan la abrasión de los plásticos en la superficie del mar y los sedimentos de las playas. (Fok et al. 2017).

El viento y velocidad determinan el transporte del microplástico en diferentes vías, pero la trayectoria y la velocidad de los microplásticos están controladas por sus características físicas (densidad, tamaño y forma) y las condiciones dinámicas del océano (viento, olas, mareas, gradientes termohalinos y la influencia de los sedimentos bentónicos), el efecto del viento en la velocidad y la dirección de los plásticos flotantes (vasos y cubiertos, bolsas, palillos y palitos de bombón, envases, empaques) hallados en las playas de Caño Dulce que representaron el 66%, y de la playa de Puerto Velero el 4% del total de residuos encontrados, es difícil de predecir debido a la incertidumbre en la flotabilidad de las partículas plásticas (Zhang, 2017), sin embargo estos podrían afectar el transporte de plásticos flotantes donde las costas a favor del viento acumulan mayores cantidades de residuos plásticos (Sadri & Thompson, 2014).

Además, los vientos fuertes y la acción de las olas asociadas en las playas mencionadas anteriormente pueden causar una mezcla vertical dentro de la columna de agua y resuspender los plásticos desde la parte inferior y llegar al sedimento (Reisser et al. 2015). No obstante, la mezcla turbulenta con los sedimentos de la playa puede acelerar la fragmentación de las partículas de plástico, enterrarlas dentro de los sedimentos y protegerlos de que regresen al agua del mar, se ha demostrado que se pueden encontrar microplásticos en el perfil vertical de los sedimentos de playa a una profundidad de hasta 2,0 m, y se sugirió que los eventos oceanográficos de alta energía, como las tormentas marinas, son el mecanismo para el entierro



microplástico. (Turra, et al. 2014). Se podría estimar que lo descrito anteriormente, sería una de las razones por el cual se encontraron microplásticos incontables en las muestras de sedimentos de las playas de Caño Dulce y Puerto Velero.

En las playas mencionadas se registraron los datos de viento, olas y velocidad, los cuales revelaron que la dirección predominante del viento es este, con velocidades de 4 a 25 nudos ver las figuras 47, 48, 49 y 50.

1. Régimen de viento, campo de altura, dirección de la ola y sistemas de corrientes

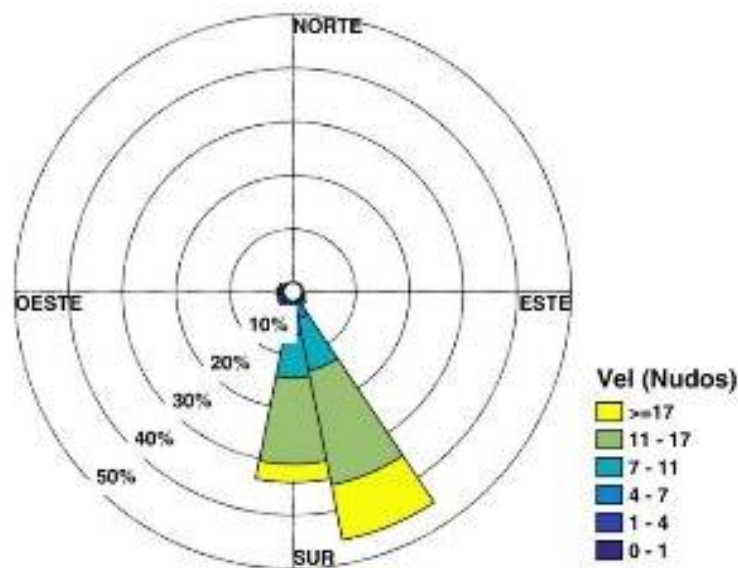


Figura 47. Distribución del régimen de viento en el mes de julio en Puerto Velero y Caño Dulce. Fuente: ((CIOH), Boletín Meteorológico del Caribe Colombiano Julio 2018)

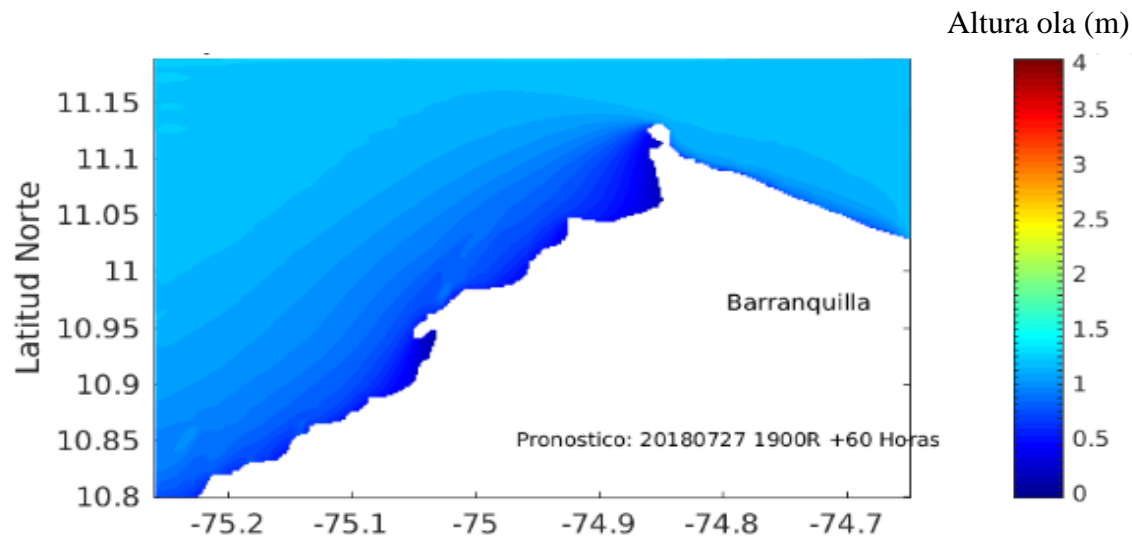


Figura 48. Campo de altura y dirección de la ola el 28 de julio del 2018. Fuente: ((CIOH), Pronóstico de las condiciones meteorológicas y oceanográficas, 2018)

Área Marítima: Dirección del viento predominante sur- sureste, con una frecuencia relativa del 48,8% ver *Figura 47*, con velocidades de 15 a 24 nudos. Altura del oleaje oscilará entre 0.7 y 1.1 metros ver *Figura 48*.

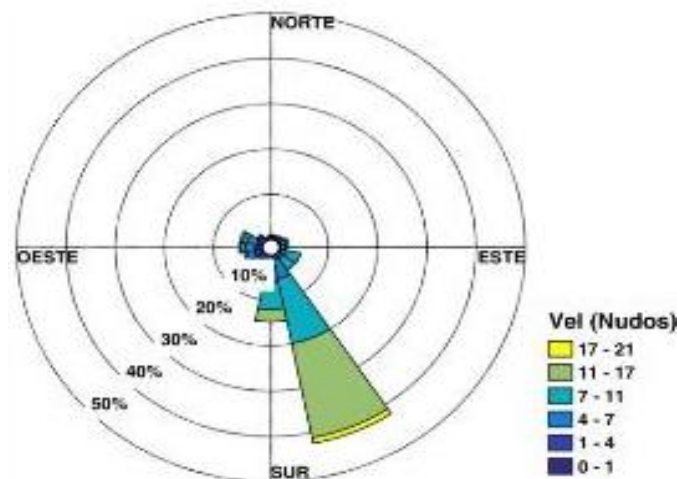


Figura 49. Distribución del régimen de viento en el mes de septiembre en Puerto Velero y Caño Dulce. Fuente: ((CIOH), Boletín Meteomarino del Caribe Colombiano septiembre 2018)

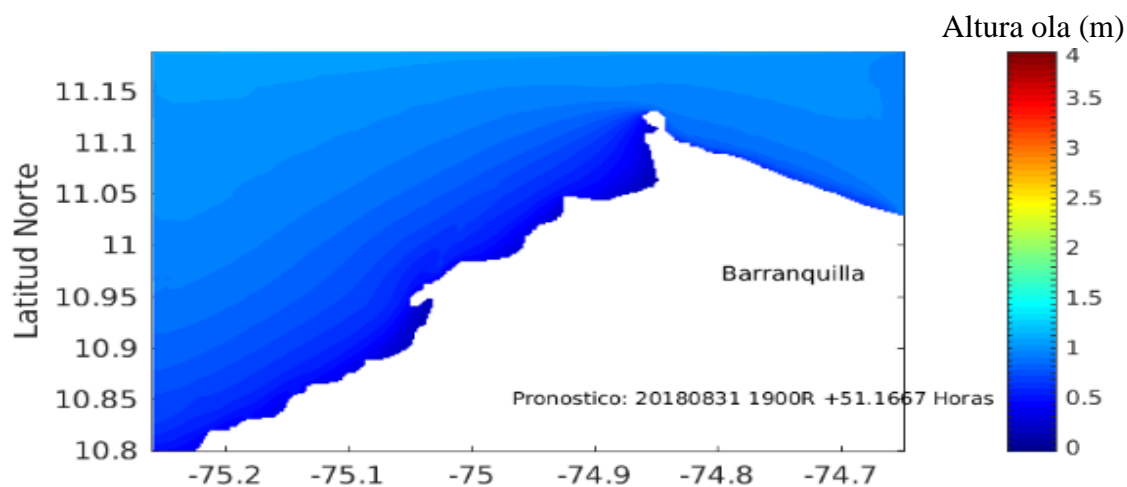


Figura 50. Campo de altura y dirección de la ola el 02 de septiembre del 2018. Fuente: ((CIOH), Pronóstico de las condiciones meteorológicas y oceanográficas, 2018)

Área Marítima: Dirección del viento predominante sur- sureste, con una frecuencia relativa del 42,3% ver *Figura 49*, con velocidades de 12 a 21 nudos. Altura del oleaje oscilará entre 0.7 y 1.0 metros ver *Figura 50*.

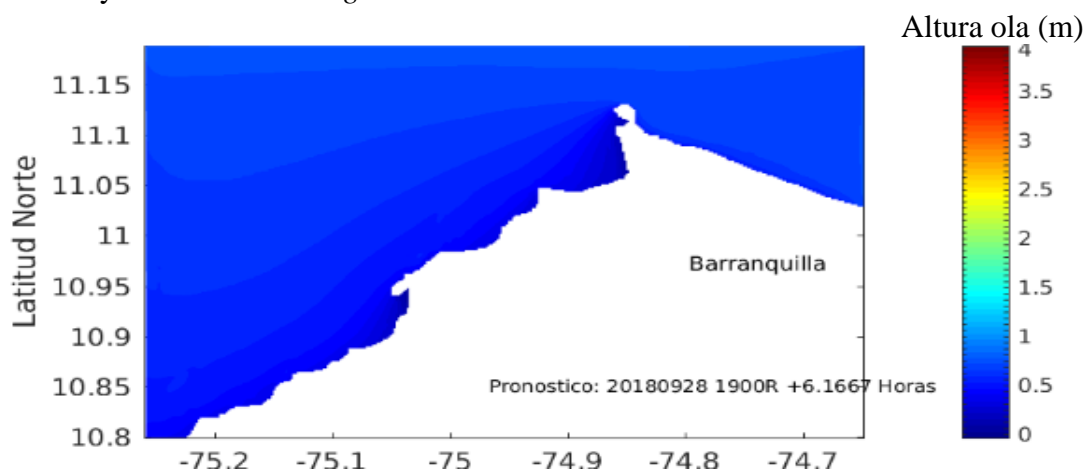


Figura 51. Campo de altura y dirección de la ola el 30 de septiembre del 2018. Fuente: ((CIOH), Pronóstico de las condiciones meteorológicas y oceanográficas, 2018)

Área Marítima: Viento de dirección sureste en horas de la mañana rolando al oeste en horas de la tarde y noche, con velocidad de 4 a 18 nudos. Altura del oleaje oscilará entre 0.5 y 1.0 metros. Lluvias ligeras en horas de la madrugada y mañana ver *Figura 51*.

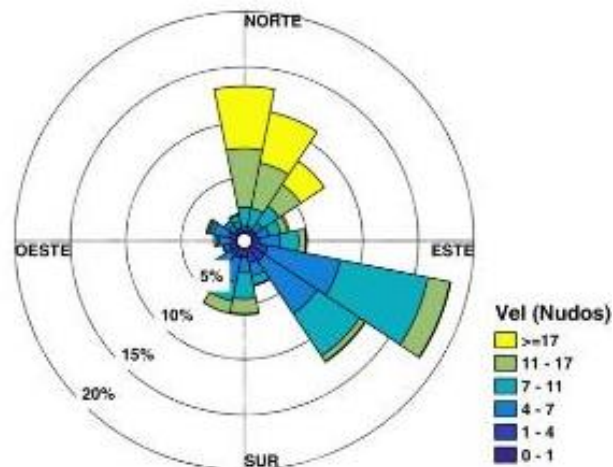


Figura 52. Distribución del régimen de viento en el mes de octubre en Puerto Velero y Caño Dulce. Fuente: ((CIOH), Boletín Meteomarino del Caribe Colombiano octubre 2018)

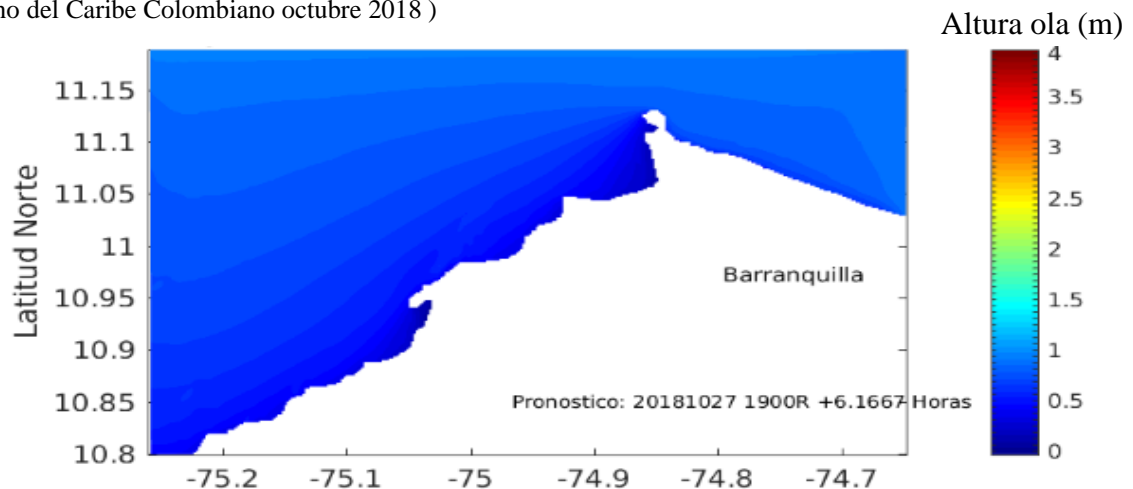


Figura 53. Campo de altura y dirección de la ola el 28 de octubre del 2018. Fuente: ((CIOH), Pronóstico de las condiciones meteorológicas y oceanográficas, 2018)

Área Marítima: Dirección del viento predominante Este- sureste, con una frecuencia relativa del 18,3 % ver *Figura 52*, con velocidades de 13 a 24 nudos. Posibles lluvias ligeras. Altura del oleaje oscilará entre 0.6 y 0.8 metros ver *Figura 53*.

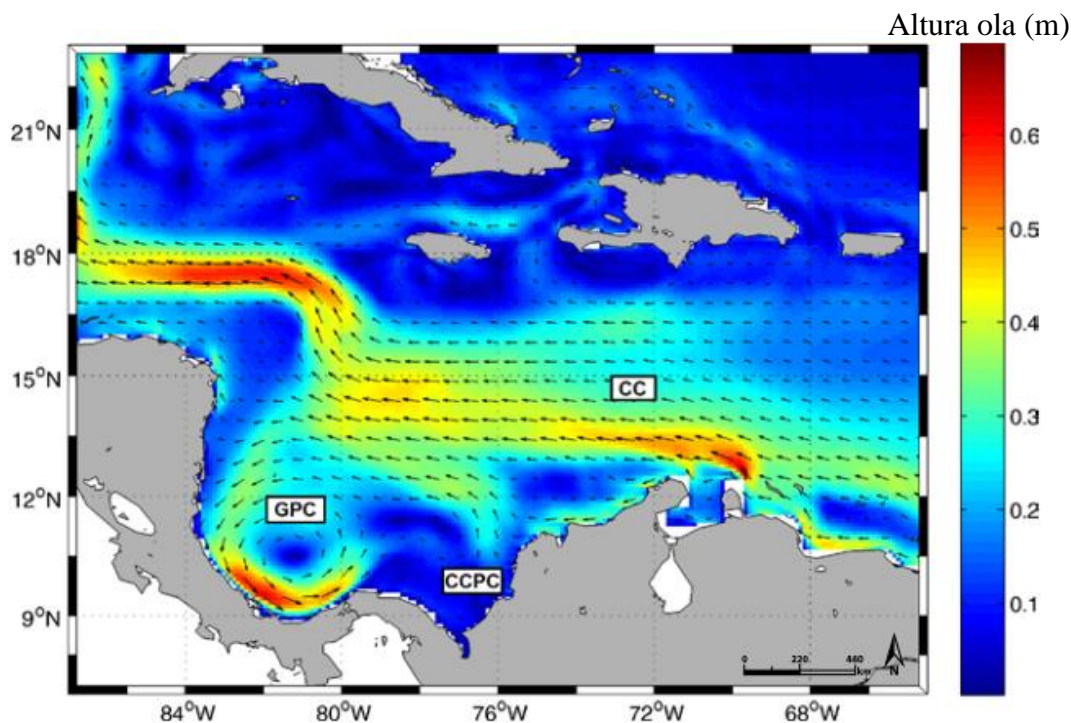


Figura 54. Principales sistemas de corrientes en el Caribe: Giro Panamá-Colombia (GPC), Corriente del Caribe (CC), Contra Corriente Panamá Colombia (CCPC). Fuente: ((INVEMAR), 2017)

Es probable que los residuos flotantes encontrados en ambas playas migraran rápidamente desde la costa este de Venezuela hasta el mar caribe en Colombia, ya que las boyas flotantes y los modelos oceanográficos físicos lo han demostrado ver *Figura 54*, cabe resaltar que una vez que ingresen al océano, los residuos plásticos comenzarán a migrar a otros sitios. La mayoría de los polímeros sintéticos, como el polietileno y el polipropileno, son flotantes y podrían ser transportados en agua de mar (Europe, 2014). El viento al igual que el agua es un medio de transporte para los microplásticos, aunque podrían influir también factores como la convección (la elevación del aire caliente), aún no se conocen con certeza las distancias que pueden recorrer los microplásticos, según el análisis de investigaciones de la trayectoria del aire, los fragmentos pueden viajar a través de la atmósfera durante al menos 96 kilómetros. (Allen et al. 2019)

Por otro lado, una fracción de los plásticos que ingresan a las áreas costeras son transportados por corrientes marinas, la corriente superficial es la fuerza principal que permite el transporte a gran distancia de microplásticos desde las costas hasta los océanos abiertos, la circulación oceánica global impulsada por el viento y los procesos termohalinos forman cinco giros subtropicales que acumulan grandes cantidades de residuos plásticos. (Cózar et al. 2014), la circulación oceánica en la cuenca colombiana presenta masas de aguas que son influenciadas por los vientos Alisios del este y que ingresan al Caribe por las Antillas menores para llegar a Centroamérica. Las corrientes superficiales están dominadas por la corriente del Caribe (CC) que fluye al noroeste hacia el mar Caimán, pasando por las playas de Caño Dulce y Puerto Velero (Guerrero, 2017).

No obstante, las descargas de agua dulce del río Magdalena que desemboca en la costa del Caribe inciden en el ecosistema de las playas y trae consigo alto contenido de partículas orgánicas e inorgánicas suspendidas en la descarga del río que pueden interactuar con la densidad, el tamaño y la carga de las partículas halladas en las playas de Caño Dulce y Puerto Velero, lo que lleva a un aumento de la agregación y la deposición, en otras palabras, la agregación con partículas orgánicas e inorgánicas puede aumentar el tamaño y la densidad de los microplásticos y causar una rápida deposición en sedimentos bentónicos.

Dadas las altas concentraciones de sedimentos suspendidos, materia orgánica particulada y partículas detríticas en el ambiente costero, la agregación y la subsiguiente sedimentación podrían dominar el destino y la distribución de los microplásticos encontrados (Besseling et al. 2017), cabe resaltar que las partículas plásticas flotantes pueden moverse mucho más rápido que las corrientes superficiales en condiciones de mar abierto y también es cierto que los ríos son vías importantes para la migración de plásticos de fuentes terrestres al medio marino, aunque



parte de los microplásticos que ingresa a la desembocadura del río se puede retener de manera eficiente en las zonas ribereñas e hiporreicas, lo que reduce la descarga en los mares y océanos costeros (Moore et al. 2011)

Por otra parte, los desechos plásticos que se encuentran desintegrados en piezas más pequeñas son causados por una combinación de descomposición mecánica, fotodegradación y, posiblemente, degradación microbiana. (Fok, 2017). El calor, la luz solar, y las condiciones bien ventiladas cerca de la costa son ideales para generar micropartículas y nanoplasticos a través de procesos de fragmentación iterativos. Sin embargo, en condiciones frías y anóxicas de aguas marinas y sedimentos, las partículas de plástico podrían tardar siglos en fragmentarse (Harshvardhan, 2016). En el ambiente marino la degradación de los plásticos es lenta, donde es probable que ocurra principalmente por la radiación UV-B en la luz solar (Andrady, 2011)

Los plásticos, como el polietileno de baja densidad (LDPE), el polietileno de alta densidad (HDPE) y el polipropileno (PP), se degradarán en el ambiente oceánico (Andrady, 2011), junto con la abrasión física, como la acción de las olas y la molienda con arena, la exposición del plástico a la radiación UV solar daría lugar a fotodegradación, fragilización y fragmentación. Una vez iniciada, la degradación también puede continuar termooxidativamente durante algún tiempo sin la necesidad de una mayor exposición a la radiación UV, sin embargo, la temperatura en los meses de los monitores en ambas playas investigadas permaneció a temperatura predominante del lugar ver *Figuras 55, 56 y 57*.

Temperatura del aire y acumulado de precipitación en el mes de julio del año 2018



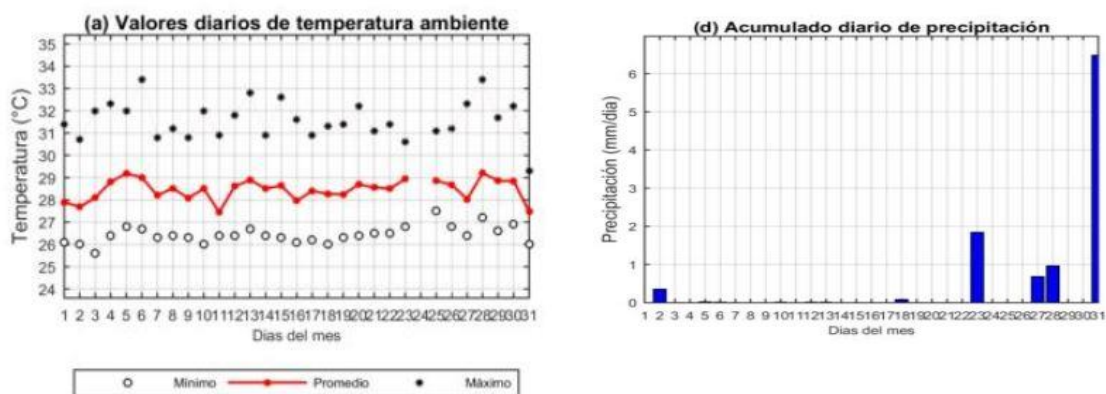


Figura 55. Comportamiento del mes de julio de la temperatura del aire (a) y acumulado de precipitación (d) en Puerto Velero y Caño Dulce. Fuente: ((CIOH), Boletín Meteomarinero del Caribe Colombiano Julio 2018)

- Temperatura del aire y acumulado de precipitación en el mes de septiembre del año 2018

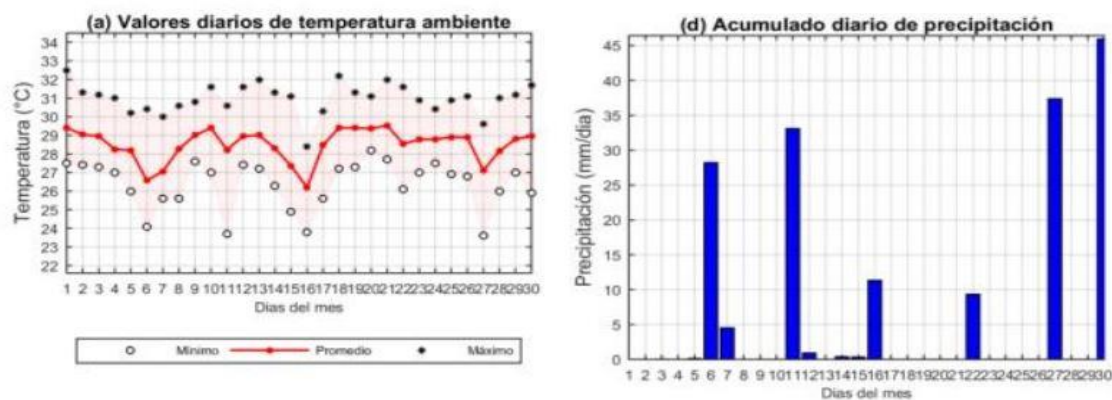


Figura 56. Comportamiento del mes de septiembre de la temperatura del aire (a) y acumulado de precipitación (d) en Puerto Velero y Caño Dulce. Fuente: ((CIOH), Boletín Meteomarinero del Caribe Colombiano septiembre 2018)

- Temperatura del aire y acumulado de precipitación en el mes de octubre del año 2018

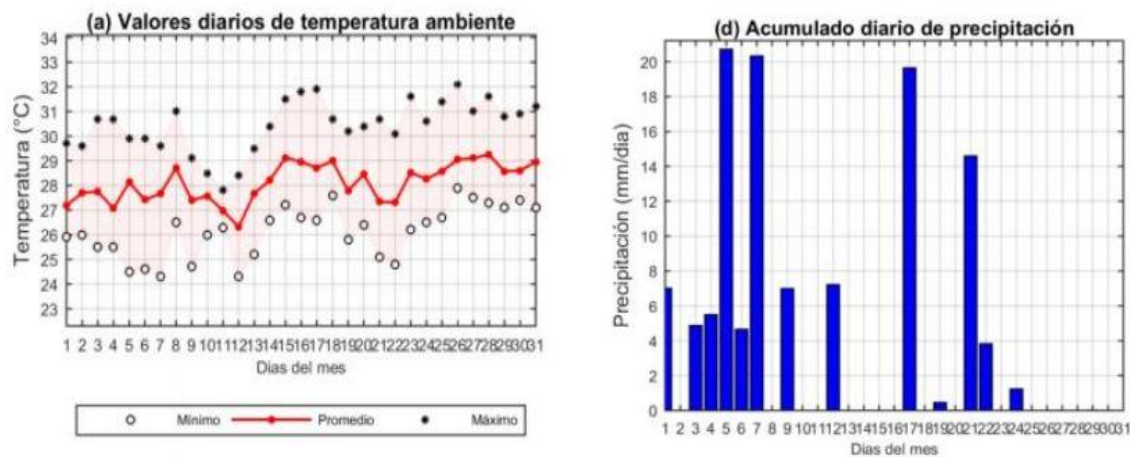


Figura 57. Comportamiento del mes de octubre de la temperatura del aire (a) y acumulado de precipitación (d) en Puerto Velero y Caño Dulce. Fuente: ((CIOH), Boletín Meteomarino del Caribe Colombiano octubre 2018)

Tabla 6.

Datos históricos del año 2018 de la temperatura de Tubará

	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Temperatura media (°C)	25.5	25.9	26.2	26.6	27	27	27	27	27	26.4	26.4	26.3
Temperatura min. (°C)	21.1	21.4	21.8	22.3	22.8	22.8	22.6	22.7	22.8	22.4	22.3	21.9
Temperatura máx. (°C)	30	30.5	30.7	31	31.3	31.3	31.4	31.4	31.2	30.5	30.5	30.7

NOTA: Fuente (CLIMATE-DATA.ORG, 2019)

Incluso puede que la tasa de degradación en el ambiente marino de las playas de Caño Dulce y Puerto Velero sea especialmente más lenta que en el ambiente terrestre, porque la degradación UV del plástico que flota en el mar se ve impedida por las bajas temperaturas y los niveles de oxígeno en relación con la tierra, lo que hace que la conversión de macroplástico a microplástico sea mucho más lenta, en el año 2018 se registraron la temperatura de las playas de Tubará, donde la temperatura máxima no supera los 31.4 °C (ver *tabla 7*) (Corcoran et al. 2009), además muchos productos plásticos y desechos plásticos varados contienen aditivos, incluidos antioxidantes y estabilizadores UV para retardar los efectos UV.

Sin embargo, es difícil estimar la intensidad promedio y la duración de las fuerzas mecánicas experimentadas por los desechos plásticos encontrados para degradarse, y se requieren más estudios para considerar una variedad de factores ambientales y las propiedades de los polímeros, para predecir la fragmentación de los plásticos en entornos marinos o modelar los procesos de fragmentación en las playas de Puerto Velero y Caño Dulce (Song et al. 2017).

Por consiguiente, los microplásticos que se encuentran en los sedimentos de las playas de Puerto Velero y Caño Dulce parecen originarse de la descomposición local de la basura, considerando que los plásticos que se localizan en las playas generalmente están expuestos a temperaturas más altas y, por lo tanto, sufren una fotooxidación más rápida, en relación con los que flotan en el mar, cabe resaltar que en la arena de las playas de Caño Dulce y Puerto Velero los plásticos probablemente demoren varios años en fragmentarse en tamaños microscópicos (A.L. Andrady, 2015). En última instancia, toda esta basura plástica terminará en el mar, transportado por la acción del viento y las inundaciones ocasionales causadas por cortos períodos de lluvias intensas. (Abayomi et al. 2017)

Los factores naturales como las tormentas de lluvia también pueden resultar en una alta acumulación de residuos plásticos en las playas de Caño Dulce y Puerto Velero (Lih et al. 2016), además influyen en gran medida en la distribución de los microplásticos encontrados y sus sumideros finales (Yonkos et al. 2014). Un estudio realizado por J. Lee (2013) investigaron la abundancia de plástico en diferentes estaciones y encontraron que la acumulación de plástico, especialmente microplástico, en los sedimentos de playa después de la temporada de lluvias fue mayor que antes de la estación de lluvias, porque los eventos de aguas pluviales podrían dominar la exportación de microplásticos terrestres.

Según Veerasingam (2016) la mayor cantidad de microplásticos se han observado comúnmente durante la temporada de lluvias, cuando las descargas de aguas arriba probablemente fueron atribuibles al aumento de la escorrentía de los desechos terrestres, así como a la re suspensión de los plásticos que se encuentran en la columna de agua y en los sedimentos.

Se podría considerar que un porcentaje de los residuos sólidos flotantes y residuos sólidos en la arena hallados en los días del monitoreo provenían de las descargas de aguas arriba en la escorrentía de los desechos terrestres, trayendo consigo residuos provenientes de las playas como latas de bebidas, envoltorios de alimentos, botellas plásticas y similares, ya que los desechos plásticos de la producción y el consumo en tierras aguas arriba se transportan finalmente a través de la escorrentía superficial, en los meses de los monitores se presentaron acumulaciones de precipitación (Besseling, 2017) *ver Figuras 55, 56 y 57.*

10. Conclusiones

Con el presente proyecto se permitió conocer y valorar la afectación o exposición del ecosistema ante la presencia de residuos sólidos flotantes, residuos sólidos en la arena y microplásticos presentes las playas de Caño Dulce y Puerto Velero, estos parámetros también proporcionan una herramienta de análisis para las medidas de gestión que deberán tomarse.

En las playas de Caño Dulce y Puerto Velero se registraron los datos de viento, olas y velocidad, los cuales revelaron que la dirección predominante del viento es Este, con velocidades de 4 a 25 nudos, estos determinan y podrían afectar el transporte de plásticos flotantes donde las costas a favor del viento acumulan mayores cantidades de residuos plásticos.

Según los resultados obtenidos de la densidad de usuario en las playas de Caño Dulce y Puerto Velero se determinó que este no presenta mayor grado de correlación con respecto a los residuos sólidos, la procedencia es un problema complejo de analizar porque los regímenes de transporte y deposición de los residuos en las playas están relacionados con diferentes factores como las condiciones climáticas y oceánicas, principalmente viento, olas, corrientes cercanas a la costa y características de marea.

Es importante resaltar que en las playas objeto de estudio (Puerto Velero y Caño Dulce) no fue posible determinar correlación entre la densidad de usuarios y residuos sólidos flotantes debido a que los datos generados al utilizar la metodología establecida para residuos sólidos flotantes no fueron suficientes para realizar el análisis de correlación entre estas dos variables.

Además, que se debe tener en cuenta lamarga turística para cada playa, pues Puerto Velero presenta mayor capacidad de carga que Caño Dulce y debe considerarse como un factor de gran significancia en la gestión integral de playas.



Así mismo, se identificó que el promedio de la concentración de microplásticos varía en cada playa, dependiendo del día en la que se tomen las muestras, además durante los cuatro monitoreos realizados a las playas en función a los microplásticos se encontró que según la categorización de las partículas de forma general las fibras representaron 93,52% del total de las partículas observadas, y de los resultados obtenidos en laboratorio para la playa de Puerto Velero y Caño Dulce se registraron valores incontables de Microplásticos en monitoreos realizados.

A consecuencia de que en Colombia no existe normatividad relacionada con la regulación de la calidad ambiental de playas de destino turístico, de forma general hasta el momento en ningún país, no es posible tener una base referencial para verificar el cumplimiento de resultados obtenidos de los parámetros evaluados en el presente proyecto.

Por otra parte, según la literatura analizando la influencia de los parámetros meteomarineros se concluyó que una vez iniciada la degradación de los plásticos puede continuar termooxidativamente durante algún tiempo sin la necesidad de una mayor exposición a la radiación UV, y se observó que la temperatura promedio en los meses de los monitores permaneció a temperatura predominante, sin embargo, es difícil predecir la fragmentación de los plásticos en entornos marinos o modelar los procesos de fragmentación en las playas de Puerto Velero y Caño Dulce, considerando la variedad de factores ambientales y las propiedades de los polímeros.

Se analizó que la mayor cantidad de microplásticos se han observado comúnmente durante la temporada de lluvias, cuando las descargas de aguas arriba probablemente fueron atribuibles al aumento de la escorrentía de los desechos terrestres.



Por otro lado, se determinó que en las escalas de valoración para la calidad ambiental ecosistémica estimada en función del parámetro residuos sólidos (arena), la playa de Caño Dulce presenta una mala Calidad Ambiental Ecosistémica con un grado de valoración E, mientras que la playa de Puerto Velero muestra una Calidad Ambiental Ecosistémica regular con un grado de valoración D, según el promedio de cantidad de residuos sólidos (arena) encontrados, el monitoreo más significativo para la playa de Puerto Velero es el IV con un total de 84 artículos y en la Caño Dulce fue el I monitoreo con 666 artículos.

No obstante, la Calidad Ambiental Ecosistémica (CAE) determinada en función del parámetro residuos sólidos flotantes, obtuvo valores mayores que uno (1) para las playas de Caño Dulce y Puerto Velero, lo anterior se encuentra relacionado directamente con el Grado de Valoración de CAE Excelente, cabe resaltar que los residuos encontrados en mayor cantidad corresponden a restos vegetales y animales con un 87%.

Los resultados obtenidos en este proyecto investigativo reafirman la necesidad de la gestión integral de playas pues constituye la base primordial para garantizar su sostenibilidad. Es necesario aunar esfuerzos de la academia, entes territoriales y privados en su mejora continua y conservación, desde enfoques que permitan prevenir, mitigar, compensar, eliminar y/o transformar los efectos negativos que influyen en la calidad de las playas.



11. Recomendaciones

- ✓ Es necesario que, en la gestión integral de playas de Caño Dulce y Puerto Velero, el modelo de turismo sea contemplado, procurando evitar una creciente en problemáticas asociadas al manejo inadecuado de residuos y demás derivaciones de un incremento de usuarios.
- ✓ El número de monitoreos debe ser aumentado, y preferiblemente los periodos de los mismos sean mayores, para obtener muestras más representativas.
- ✓ Se recomienda que las campañas de monitoreo sean realizadas en época seca y húmeda con la finalidad de observar el comportamiento de los parámetros evaluados.
- ✓ Incorporar la eliminación de material orgánico en el procesamiento de las muestras de microplásticos.
- ✓ Evitar y minimizar las fuentes de contaminación cruzada en las muestras por partículas de microplásticos procedentes de otras fuentes, en este caso, se recomienda realizar filtrado a las soluciones hipersalinas.
- ✓ En la medida de lo posible, se recomienda mejorar los equipos utilizados para identificación de microplásticos, esto con la finalidad de poder medirlos y generar un registro fotográfico adecuado que soporte la investigación.
- ✓ Evaluar los residuos sólidos flotantes no solo en la zona de bañistas, pues este no se comporta como un sistema estático o aislado de las demás zonas.
- ✓ Verificar con otras metodologías la clasificación de residuos sólidos utilizados en este proyecto y de esta forma garantizar su correcta identificación, evitando subjetividades como por ejemplo al diferenciar “residuos comunes” y “residuos provenientes del mar”

que ambos están constituidos por latas de bebidas, envoltorios de alimentos, botellas plásticas, similares.

- ✓ Considerar la posibilidad de crear lineamientos dentro de la gestión integral de playas que disminuya el uso in situ de productos que contengan o puedan contener microplásticos primarios, de esta forma se busca reducir una posible fuente de contaminación.
- ✓ Brindar a los turistas la infraestructura adecuada para la recolección de residuos sólidos.
- ✓ Integrar de mano de los comerciantes y autoridades territoriales pedagogía continua sobre educación ambiental y manejo adecuado de residuos sólidos.
- ✓ La detención de la fuente referente a la contaminación por residuos sólidos debe ser considerada en la gestión integral de playas, de esta forma se podrán identificar y seleccionar medidas de prevención y manejo específicas para esta problemática.
- ✓ Considerar la posibilidad de incorporar medidas para el manejo adecuado de las colillas y los filtros de cigarrillos, por ejemplo, adoptar tarifas o impuestos al precio de los cigarrillos en playas o proporcionar a los fumadores un medio de fácil acceso para la disposición adecuada de colillas como por ejemplos ceniceros.
- ✓ El manejo de la playa debe considerar la percepción del usuario para efectuar estrategias de manejo sostenible.
- ✓ Implementación de un plan de limpieza mecánico o manual.
- ✓ Incluir la participación de voluntariado o articulación con instituciones educativas en los programas de limpieza de playas.
- ✓ Los usuarios deben ser considerados en la gestión de playas, pues aumentar su participación es fundamental en la creación e implementación de políticas sostenibles.

12. Referencias

- (CIOH), E. C. (29 de 10 de 2018). Pronóstico de las condiciones meteorológicas y oceanográficas. Barranquilla, Colombia.
- (CIOH), E. C. (02 de 09 de 2018). Pronóstico de las condiciones meteorológicas y oceanográficas. Colombia.
- (CIOH), E. C. (30 de 09 de 2018). Pronóstico de las condiciones meteorológicas y oceanográficas. Barranquilla, Colombia.
- (CIOH), E. C. (28 de 10 de 2018). Pronóstico de las condiciones meteorológicas y oceanográficas. Colombia.
- (CIOH), E. C. (s.f.). *Boletín Meteomarino del Caribe Colombiano Julio 2018*. Colombia.
- (CIOH), E. C. (s.f.). *Boletín Meteomarino del Caribe Colombiano octubre 2018* . Colombia.
- (CIOH), E. C. (s.f.). *Boletín Meteomarino del Caribe Colombiano septiembre 2018*. Colombia.
- (INVEMAR), I. d. (2017). *Regionalización oceanográfica una visión dinámica del Caribe*. Santa Marta, Colombia.
- A.L. Andrady, M. B. (2015). Persistence of plastic litter in the oceans. *Marine anthropogenic litter*, 57-72.
- Abayomi, O. A., Mohamm, P. R., Ghoutia, A., Obbard, J. P., Almeer, S. H., & Ben-Hamadou, R. (2017). Microplastics in coastal environments of the Arabian Gulf. *Marine Pollution Bulletin*, 181-188.



- Acevedo, T. T., Botero, C., Rodelo, R. C., Pertuz, A., & Suarez, A. (2018). Willingness to pay for Beach Ecosystem Services: The case study of three Colombian beaches. *Ocean & Coastal Management*, 161, 96-104.
- ACOREMA. (2011). *ACOREMA (Áreas costeras y recursos marinos)*. Obtenido de http://acorema.org.pe/documentos/Pautas_basicas_para_la_limpieza_de_playas.pdf
- Acuña, S. (2007). *Basuras en playas: tendencias e influencias en la acumulación de residuos en zonas costeras a través de*. Ecologistas en Acción.
- Alimba, C. G., & Faggio, C. (2019). Microplastics in the marine environment: Current trends in environmental pollution and mechanisms of toxicological profile. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 68, 61-74.
- Allen, S., Allen, D., Phoenix, V., Roux, G. L., Durántez, P., Simonneau, A., . . . Galop, D. (2019). Atmospheric transport and deposition of microplastics in a remote mountain catchment. *Nature Geoscience*, 339–344.
- Alvarez, J., Cruz-Salas, A., Vázquez, A., & Ojeda, S. (2020). Method for quantifying and characterization of microplastics in sand beaches. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 151-164.
- Alvarez-Zeferino, J. S.-B.-M. (2017). Residuos sólidos urbanos en una playa mexicana, implicaciones en la formación de microplásticos. In: VII Simposio Iberoamericano en Ingeniería de Residuos. 390-395.
- Andrady, A. (2011). Microplastics in the marine environment. *Mar. Pollut. Bull*, 1596-1605.



- Aranguren, J., Moncada, J. A., Naveda, J., Rivas, D., & Lugo, C. (2008). Evaluation of tourist carrying capacity in Conomita Beach, Guanta County, Anzoategui State. *Revista de Investigación*, 031-062.
- Arcangeli, A., Campana, I., Angeletti, D., Atzori, F., Azzolin, M., Carosso, L., . . . Sarà, G. (2018). Amount, composition, and spatial distribution of floating macro litter along fixed trans-border transects in the Mediterranean basin. *Marine Pollution Bulletin*, 129(2), 545-554.
- Ariza, Jimenez, J., Sarda, R., Villares, M., Pinto, J., Fraguell, R., . . . Marti, C. (2010). Proposal for an Integral Quality Index for Urban and Urbanized Beaches. *Environmental Management*, 998–1013.
- Barnes, D., Galgani, F., Thompson, R., & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philos. Trans. R. Soc*, 1985-1998.
- Benavides, J. (2017). *DETERMINACIÓN DEL ÍNDICE DE CALIDAD DE PLAYAS – BQI (BEACH QUALITY INDEX) EN TRES PLAYAS DEL ATLÁNTICO (CAÑO DULCE, PUERTO, VELERO Y SALGAR)*. UNIVERSIDAD DE LA COSTA – CUC, Barranquilla - Atlántico.
- Benny, D., Thomas, S., & Thomson. (2020). Assessment of fishing-related plastic debris along the beaches in Kerala Coast, India. *Marine Pollution Bulletin*, 150.
- Besley, Vijver, Behrens, & Bosker. (2017). A standardized method for sampling and extraction methods for quantifying microplastics in beach sand. *Mar. Pollut. Bull*, 77- 83.



- Bosker, T., Guaita, L., & Behrens, P. (2018). Microplastic pollution on Caribbean beaches in the Lesser Antilles. *Marine Pollution Bulletin*, 133, 442-447.
- Botero, C. (2014). *ESTUDIO DE CAPACIDAD DE CARGA RECREATIVA Y ORDENACIÓN DE LAS PLAYAS DE SPRAT BIGHT, ROCKY CAY Y JOHNNY CAY*. San Andres Islas: CORALINA.
- Botero, C. (2015). Gestión ambiental y limpieza de playas urbanas en Colombia. *ACODAL*.
- Botero, C. M., & Garcia, L. C. (2011). Quantification and classification of solid waste in tourist beaches. evaluation in three beaches of santa marta, Colombia. *XIV-COLACMAR*.
- Botterell, Z., Beaumont, N., Dorrington, T., Steinke, M., Thompson, R., & Lindeque, P. (February de 2019). Bioavailability and effects of microplastics on marine zooplankton: A review. *Environmental Pollution*, 245, 98-110.
- Brouwer, R., Hadzhiyska, D., Ioakeimidis, C., & Ouderdorp, H. (2017). The social costs of marine litter along European coasts. *Ocean & Coastal Management*, 138, 38-49.
- Browne, M., Crump, P., Niven, S., Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., & Thompson, R. (2011). Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks. *Environ. Sci. Technol*, 9175-9179.
- Buitrago, N. R., Gracia, A., Mendoza, A. V., Florián, A. C., Martinez, L. M., & Neal, W. (2019). Where did this refuse come from? Marine anthropogenic litter on a remote island of the Colombian Caribbean sea. *Marine Pollution Bulletin*, 149, 1-10.
- Buitrago, N. R., Mendoza, A. V., Gracia, A., Barbosa, E. M., Arana, V. A., Trilleras, J., & Olarte, H. A. (01 de September de 2019). t. *Ocean & Coastal Management*, 179, 1-13.



Buitrago, N., Mendoza, A., Gracia, A., Mantilla, E., Arana, V., Trilleras, J., & Arroyo, H.

(2019). Litter impacts on cleanliness and environmental status of Atlantico department beaches, Colombian Caribbean coast. *Ocean & Coastal Management*.

Centro de Investigaciones Oceanográficas e Hidrográficas. (2019). *CIOH*. Recuperado el 19 de 06 de 2019, de

<https://www.cioh.org.co/meteorologia/Climatologia/ResumenBarranquilla4.php>

Cifuentes, M., Mesquita, C., Méndez, J., Morales, M., Aguilar, N., Cancino, D., . . . Sandoval, E.

y. (1999). Capacidad de carga turística de las áreas de uso público del Monumento Nacional Guayabo, Costa Rica. *Turrialba, Costa Rica: WWF Centroamérica — CATIE*.

Cintia Hernández Crisostomo, C. A. (2017). Solid Waste Generated in Tourist Boardwalk.

CONCIENCIA TECNOLÓGICA, 28-32.

CIT - COTEC, C. d.-C. (2013). *La Relación entre la biodegradación y los residuos plásticos*.

Argentina: Plastivida.

classes, P. a. (2016). Pigments and plastic in limnetic ecosystems: a qualitative and quantitative study on microparticles of different size classes. *Water Res.*, 64-74.

CLIMATE-DATA.ORG. (2019). Obtenido de <https://es.climate-data.org/america-del-sur/colombia/atlantico/tubara-50363/>

Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & S.Galloway, T. (12 de 2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 62(12), 2588-2597.



Coley Acosta, I. C. (2014). CARACTERIZACIÓN DE MICROPLÁSTICOS PRIMARIOS EN EL AMBIENTE MARINO DE UNA PLAYA URBANA EN CARTAGENA DE INDIAS. Cartagena, Colombia.

Coley, I. A., Izquierdo, M. D., Cavallo, E. R., Camargo, J. M., Cuadro, D. M., & Verbel, J. O. (2019). Quantification of microplastics along the Caribbean Coastline of Colombia: Pollution profile and biological effects on *Caenorhabditis elegans*. *Marine Pollution Bulletin*, 574-583.

Coleya, I. A., Cuadro, D. M., Cavallo, E. R., & Rosa, J. d. (2019). Trace elements in microplastics in Cartagena: A hotspot for plastic pollution at the Caribbean. *Marine Pollution Bulletin*, 402-411.

Corcoran, P., Biesinger, M., & Grifi, M. (2009). Plastics and beaches: a degrading relationship. *Mar. Pollut. Bull.*, 80-84.

Cordova, M. R., Purwiyanto, A. I., & Suteja, Y. (May de 2019). Abundance and characteristics of microplastics in the northern coastal waters of Surabaya, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 142, 183-188.

Corporación Autonoma Regional del Atlantico. (06 de 2002). Agenda ambiental del Municipio de Tubara. Tubara, Colombia.

Cózar, A., Echevarría, F., González, J., Irigoien, X., Úbeda, B., Hernández, S., . . . Duartei, C. (2014). Plastic debris in the open ocean. *PNAS*, 10239-10244.

Duis, K., & Coors, A. (2016). Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects. *Environ. Sci. Eur.*, 2.



- E. Besseling, J. Q. (2017). Fate of nano-and microplastic in freshwater systems: a modeling study. *Environ. Pollut*, 540-548.
- Elin Márquez Gullosa, J. R. (2011). Classification and environmental impact of solid waste generated in the beaches of Riohacha, La Guajira, Colombia. *Scielo*, 118-128.
- EPA. (16 de 09 de 2019). Obtenido de <https://espanol.epa.gov/espanol/la-importancia-de-la-proteccion-de-las-playas>
- Europe, P. (2014). an Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data. *Marine Environmental Research*.
- Fok, L., Cheung, P., Tang, G., & Li, W. (2017). Size distribution of stranded small plastic debris on the coast of Guangdong, South China. *Environ. Pollut*, 407- 412.
- Gambini, R., Palma, Y., Ricra, O., Vivas, G., & Azañero, A. V. (2019). QUANTIFICATION AND CHARACTERIZATION OF SOLID WASTE IN THE SAN PEDRO DE LURÍN BEACH, LIMA, PERU. *The Biologist*.
- Garcés, O., Espinosa, L., Pereira, R., Barroso, B., & Meigikos, R. (2020). Plastic litter pollution along sandy beaches in the Caribbean and Pacific coast of Colombia. *Environmental Pollution*, 267.
- García, G. G. (2013). Evaluación del potencial turístico de las playas del departamento del Atlántico – Colombia, desde la perspectiva ambiental1. *Scielo*, 62-69.
- Garrett, L., Watt, M., Rolando, C., & Pearce, S. (2015). Environmental fate of terbuthylazine and hexazinone in a New Zealand planted forest Pumice soil. *Forest Ecol. Manag.*, 67-76.



Gayathri, J., Nadja, R., G.Vijver, M., & Bosker, T. (June de 2019). Reproductive toxicity of primary and secondary microplastics to three cladocerans during chronic exposure.

Environmental Pollution, 249, 638-646.

GESAMP. (2015). *Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment*. (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on.

Guerrero, M. (2017). *CLASIFICACIÓN MORFOLOGÍCA E HIDRODINÁMICA DE LAS PLAYAS*. Barranquilla.

H.Bridson, J., Patel, M., Lewis, A., Gaw, S., & Parker, K. (2020). Microplastic contamination in Auckland (New Zealand) beach sediments. *Marine Pollution Bulletin*.

Heredia, Y. d. (2017). DISEÑO METODOLÓGICO PARA LA MEDICIÓN DE LOS PARÁMETROS DE RESIDUOS SÓLIDOS, VECTORES Y HONGOS DEL INDICADOR DE CALIDAD AMBIENTAL SANITARIA (ICAS) EN PLAYAS TURÍSTICAS. Barranquilla, Colombia.

I.E. Napper, A. B. (2015). Characterisation, quantity and sorptive properties of microplastics extracted from cosmetics. *Mar. Pollut. Bull.*, 178-185.

Indice de Calidad Ambiental de Playas Turisticas ICAPTU. (2018). *Protocolo de medición ICAS_RSAGUA_01-PM*. Barranquilla.

Indice de Calidad Ambiental de Playas Turisticas ICAPTU. (2018). *Protocolo de muestreo ICAR_RSA_02-PM*. Barranquilla.



Índice de Calidad Ambiental del Playas Turísticas ICAPTU. (2018). *PROTOCOLO DE MEDICIÓN ICAS_MA_01-PM*. Barranquilla.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ICONTEC. (2007). *NTS-TS 001-2*. Bogotá: ICONTEC.

INVEMAR. (2018). *Diagnóstico y evaluación de la calidad de las aguas marinas y costeras en el Caribe y Pacífico colombianos*. Santa Marta: Red de vigilancia para la conservación y protección de las aguas marinas y costeras de Colombia – REDCAM: INVEMAR, MinAmbiente, CORALINA, CORPOGUAJIRA, CORPAMAG, CRA, CARDIQUE, CARSUCRE, CVS, CORPOURABÁ, CODECHOCÓ, CVC, CRC y CORPONARIÑO.

INVEMAR, I. d. (2007). *ORDENAMIENTO AMBIENTAL DE LA ZONA COSTERA DEL DEPARTAMENTO DEL ATLÁNTICO*. Santa Marta : Cargraphics S.A. .

Iñiguez, S., & Fischer, D. (31 de Diciembre de 2002). Quantification and classification of marine litter on the municipal beach of Ensenada, Baja California, Mexico. *Marine Pollution Bulletin*, 132-138.

Iribar, I., Sotés, I., & Maruri, M. (2019). Managing bathers' capacity at overcrowded beaches: A case on the Spanish North Atlantic coast. *Tourism Management*, 453-465.

Isabel Acosta Coley, J. O.-V. (2015). Microplastic resin pellets on an urban tropical beach in Colombia. *Environmental Monitoring and Assessment*.

Ivar, J., & Costa, M. (2014). The present and future of microplastic pollution in the marine environment. *Environ. Pollut.*, 352-364.



- J. Lee, S. H. (2013). Relationships among the abundances of plastic debris in different size, classes on beaches in South Korea. *Mar. Pollut. Bull.*, 349-354.
- Karapanagioti, S. E. (2011). Diffuse pollution by persistent organic pollutants as measured in plastic pellets sampled from various beaches in Greece. *Mar. Pollut. Bull.*, 311-312.
- Korez, Š., Gutow, L., & Saborowski, R. (2019). Microplastics at the strandlines of Slovenian beaches. *Marine Pollution Bulletin*, 334-342.
- Lechner, A., & Ramler, D. (2015). The discharge of certain amounts of industrial microplastic from a production plant into the River Danube is permitted by the Austrian legislation. *Environ. Pollut.*, 159-160.
- Lih, W., Tse, F., & Fok, L. (2016). Plastic waste in the marine environment: A review of sources, occurrence and effects. *Science of The Total Environment*, 333-349.
- Malinga, B. U., Zalewski, M., Jakubowska, A., & Wodzinowski, T. (2020). Microplastics on sandy beaches of the southern Baltic Sea. *Marine Pollution Bulletin*.
- Mangala, S. S. (2013). Indicator of microbial beach water quality: Preliminary findings from Telik Kemang beach, Port Dickson (Malaysia). *Marine Pollution Bulletin*, 417 – 419.
- Manjarrez, G., Blanco, J., González, B., Botero, C., & Díaz, C. (2019). Parásitos en playas turísticas: propuesta de inclusión como indicadores de calidad sanitaria. Revisión para América Latina. *Scielo Peru*.
- Manning, R., & Lawson, S. (2002). Carrying capacity as “informed judgment”: the values of science and the science of values. *Environmental Management*, 157-168.



- Mansilha, Coelho, Heito, Amado, Martins, & Gameiro. (2009). Bathing Waters: New directive, New Standards, New Quality Approach. *Marine Pollution Bulletin*, 1562–1565.
- Mattsson, K., Hansson, L., & Cedervall, T. (2015). Nano-plastics in the aquatic environment. *Environ. Sci. Process. Impacts*, 1712-1721.
- Mestanza, C., Botero, C., Anfuso, G., Chica, A., Pranzini, E., & Mooser, A. (2019). Beach litter in Ecuador and the Galapagos islands: A baseline to enhance environmental conservation and sustainable beach tourism. *Marine Pollution Bulletin*, 140, 573-578.
- Miladinova, Macias, Stips, & Garcia. (2020). Identifying distribution and accumulation patterns of floating marine debris in the Black Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 153.
- MINAMBIENTE. (2020). *Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/index.php/noticias-asuntos-marino-costeros/2930-el-privilegio-de-contar-con-dos-mares>
- Ministerio de Vivienda, C. y. (2012). Reglamento Técnico del Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico: TÍTULO F. Sistemas de Aseo Urbano. Viceministerio de Agua y Saneamiento Básico. Bogotá, D.C. , Colombia.
- Moore, C., Lattin, G., & Zellers, A. (2011). Quantity and type of plastic debris flowing from two urban rivers to coastal waters and beaches of Southern California. *J. Integr. Coast. Zone Manag.*, 65-73.
- N. von Moos, P. B.-H. (2012). Uptake and effects of microplastics on cells and tissue of the blue mussel *Mytilus edulis* L. after an experimental exposure. *Environ. Sci. Technol.*, 11327-11335.



NTS-TS 001-2, N. t. (2007). DESTINOS TURISTICOS DE PLAYA. REQUISITOS DE SOSTENIBILIDAD. COLOMBIA.

Nuelle, M. T., H.Dekiff, J., Remy, D., & Fries, E. (Enero de 2014). A new analytical approach for monitoring microplastics in marine sediments. *Environmental Pollution*, 184, 161-169.

Ordóñez, O. G., Díaz, L. E., Cardoso, R. P., & Muniz, M. C. (2020). The impact of tourism on marine litter pollution on Santa Marta beaches, Colombian Caribbean. *Marine Pollution Bulletin*, 160.

Orejón, L. R., Sardá, R., & Pujol, J. R. (2016). Floating plastic debris in the Central and Western Mediterranean Sea. *Marine Environmental Research*, 120, 136-144.

OSPAR, C. (2010). Guideline for Monitoring Marine Litter on the Beaches in the OSPAR Maritime Area. *Journals & Books*.

Peixoto, D., Pinheiro, C., Amorim, J., Oliva-Teles, L., Guilhermino, L., & Vieira, M. N. (Abril de 2019). Microplastic pollution in commercial salt for human consumption: A review. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 219, 161-168.

Pereira. (2015). *Calidad Ambiental en Playas Turísticas - Aportes desde el Caribe Norte Colombiano*. Cartagena: Fundación Universitaria Tecnológico Comfenalco.

Pereira, L., Jiménez, J., Medeiros, C., & DaCosta, R. (2003). The influence of the environmental status of Casa Caiada and Rio Doce beaches (NE-Brazil) on beaches users. *Ocean & Coastal Management*, 1011-1030.



- Piqueras, V. Y. (1999). Las Playas en la Gestión Sostenible del Litoral. *Cuadernos del Turismo*(4), 89-110. Recuperado el 15 de Febrero de 2019, de <https://www.redalyc.org/pdf/398/39800406.pdf>
- Pomárico, C. P. (2015). *Calidad Ambiental en Playas Turísticas, Aportes desde el Caribe Norte Colombiano*. Colombia: Comfenalco.
- Posada, B., & Henao, W. (2008). Diagnóstico de la erosión en la Zona costera del caribe Colombiano. *INVEMAR*.
- Programa del Medio Ambiente de las Naciones. (07 de 07 de 2015). *La basura Marina: El problema*. Recuperado el 16 de 03 de 2019, de Programa del Medio Ambiente de las Naciones: <https://www.unenvironment.org/explore-topics/oceans-seas/what-we-do/addressing-land-based-pollution/marine-litter-issue>
- R.Karthik, R.S.Robina, R.Purvaja, D.Ganguly, I.Anandavelu, R.Raghuraman, . . . R.Ramesh. (2018). Microplastics along the beaches of southeast coast of India. *Science of The Total Environment*, 1388-1399.
- Rangel, N., Vélez, A., Gracia, A., & Neal, W. (2020). The impact of anthropogenic litter on Colombia's central Caribbean beaches. *Mar Pollut Bull*, 152.
- Rangel, N., Williams, A., Anfuso, G., Arias, M., & Gracia, A. (2017). Magnitudes, sources, and management of beach litter along the Atlantico department coastline, Caribbean coast of Colombia. *Ocean & Coastal Management*, 142-157.



Rayón Viña , F., Miralles , L., Gómez Agenjo, M., Dopico, E., & García Vázquez, E. (2018).

Marine litter in south Bay of Biscay: Local differences in beach littering are associated with citizen perception and awareness. *Marine Pollution Bulletin*, 131, 727-735.

Red Iberoamericana Proplayas. (2015). *PlayasCorp*. Cartagena: Fundación Universitaria

Tecnológico Comfenalco Cartagena.

Reisser, J., Slat, B., Noble, K., Plessis, K. d., Epp, M., Proietti, M., . . . Pattiaratchi, C. (2015).

The vertical distribution of buoyant plastics at sea: an observational study in the North Atlantic Gyre. *Biogeosc*, 1249.

Ruz, H., Zimmer, H., Gatta, Nuñez, & Thiel., H. y. (2018). Spatio-temporal variation of

anthropogenic marine debris on Chilean beaches. *Mar. Pollut. Bull*, 516–524.

Ryan, P. (2020). Land or sea? What bottles tell us about the origins of beach litter in Kenya.

Waste Management, 116, 49-57.

Ryan, P., Moore, C., Franeker, & Moloney. (2009). Monitoring the abundance of plastic debris

in the marine environment. *Biological Sciences*, 1999-2012.

S. Veerasingam, M. M. (2016). Influence of 2015 flood on the distribution and occurrence of

microplastic pellets along the Chennai coast, India. *Mar. Pollut. Bull.*, 196-204.

Sadri, S., & Thompson, R. (2014). On the quantity and composition of floating plastic debris

entering and leaving the Tamar Estuary, Southwest England. *Mar. Pollut. Bull*, 55-60.

Schmuck, A. M., L.Lavers, J., Stuckenbrock, S., B.Sharp, P., & L.Bon, A. (15 de 08 de 2017).

Geophysical features influence the accumulation of beach debris on Caribbean islands.

Marine Pollution Bulletin, 121(1-2), 45-51.



- Seo, S., & Park, Y. G. (2020). Destination of floating plastic debris released from ten major rivers around the Korean Peninsula. *Environment International*, 138.
- Shaw, D. G., & Day, R. H. (Enero de 1994). Colour- and form-dependent loss of plastic micro-debris from the North Pacific Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 28(1), 39-43.
- Sielocal. (2013). *Densidad de población*. España.
- Song, Y. K., Hong, S. H., Jang, M., Han, M., & Shim, W. J. (2017). Combined Effects of UV Exposure Duration and Mechanical Abrasion on Microplastic Fragmentation by Polymer Type. *Environ. Sci. Technol.*, 4368–4376.
- Thompson, Olsen, Mitchell, A., Davis, S., Rowland, John, D., . . . Russell. (2004). Lost at sea: where is all the plastic? *Science*.
- Tinoco, J. A. (1993). monitoring of floating solid waste (garbage) in the Colombia Caribbean 1990 - 1992. *CIOH*, 75- 83 .
- Torres, F., Cantero, R., Díaz, B., Mendoza, J., & López, Y. (2014). Análisis socioambiental de las playas Puerto Velero y Caño Dulce en Tubará, Atlántico, Colombia. *Teroria y Praxis*, 161-179.
- Torres, G. S., & Giraldo, J. T. (2014). Automated estimation of occupancy measure on beaches using digital image processing. *Tecno Lógicas*, 17(33), 21-29.
- Torres, K. (2015). ANÁLISIS DE LOS RESIDUOS SÓLIDOS QUE SE GENERAN EN LA ZONA RURAL TURÍSTICA “LA BOCANA”. BUENAVENTURA.



- Turra, A., Manzano, A., Dias, R., Mahiques, M., Barbosa, L., Balthazar, D., & Moreira, F. (2014). Three-dimensional distribution of plastic pellets in sandy beaches: shifting paradigms. *Sci. Rep*, 4435.
- Unger, A., & Harrison, N. (2016). Fisheries as a source of marine debris on beaches in the United Kingdom. *Marine Pollution Bulletin*, 107, 52-58.
- Vargas, K., Guillen, M., Villarraga, & Sánchez. (2014). *vulnerabilidad de la población costera frente a la contaminación orgánica y microbiológica en la bahía de buenaventura*. Santa Marta: INVEMAR.
- Williams, A. T., Buitrago, N. R., Anfuso, G., Cervantes, O., & Botero, C. M. (2016). Litter impacts on scenery and tourism on the Colombian north Caribbean coast. *Tourism Management*, 55, 209-224.
- Williams, Pond, Ergin, & Cullis. (2013). Los peligros de la basura en la playa. *Coastal Hazards*, 1000.
- Woods, M., Stack, M., Fields, D., Shaw, S., & Matrai, P. (2018). Microplastic fiber uptake, ingestion, and egestion rates in the blue mussel (*Mytilus edulis*). *Marine Pollution Bulletin*, 137, 638-645.
- X.Costoya, Castro, M. d., F.Santos, M.C.Sousa, & M.Gómez-Gesteira. (1 de Julio de 2019). Projections of wind energy resources in the Caribbean for the 21st century. *Energy*, 178, 356-367.



- Yanes, A., Botero, C., Arrizabalaga, M., & Vásquez, J. (2018). Methodological proposal for ecological risk assessment of the coastal zone of Antioquia, Colombia. *Ecol. Eng.*, 242-251.
- Yepes, V., & Medina, J. (2007). Gestión de playas encajadas de uso intensivo. *Medio Ambiente y Gestión Sostenible de los Recursos Costeros*, 297-304.
- Yonkos, L., Friedel, E., Reyes, A. P., Ghosal, S., & Arthur, C. (2014). Microplastics in four estuarine rivers in the Chesapeake Bay, U.S.A. *Environ. Sci. Technol.*, 14195-14202.
- Zhang, H. (2017). Transport of microplastics in coastal seas. En *Estuarine, Coastal and Shelf Science* (págs. 74-86).
- Zielinski, S., Botero, C. M., & Yanes, A. (2019). To clean or not to clean? A critical review of beach cleaning methods and impacts. *Marine Pollution Bulletin*, 139, 390-401.



13. Anexos

Anexo 1. Resultados de Monitoreos de Microplásticos en la Playa de Caño Dulce

PLAYA CAÑO DULCE																					
RESULTADOS DEL FORMATO DE LABORATORIO MICROPLASTICOS																					
JORNADA MUESTRA		TIPOLOGIA DE MICROPLÁSTICOS																		Total	
		Fibras			Láminas			Pellets			Aformes			Pegados			Alargados				
Pasos de análisis		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Monitoreo 1	AM	0	2	0	80	4	0	0	0	2	0	0	0	0	1	2	0	0	2	0	93
		1	6	3	80	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	96
		2	5	1	80	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88
	PM	0	2	5	80	2	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	93
		1	1	1	80	4	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89
		2	0	1	80	11	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	93
TOTAL		16	11	480	22	10	0	0	4	0	0	0	0	2	3	0	0	4	0	552	
Monitoreo 2	AM	0	4	6	80	2	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	95
		1	1	0	80	3	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	86
		2	0	1	80	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	82
	PM	0	1	1	80	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85
		1	0	0	80	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83
		2	5	1	80	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	91
TOTAL		11	9	480	11	1	0	6	2	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	522	
Monitoreo 3	AM	0	0	4	80	4	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	90
		1	3	2	80	2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	88
		2	3	0	80	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85
	PM	0	0	1	80	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87
		1	0	1	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	81
		2	3	0	80	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	84
TOTAL		9	8	480	12	1	0	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	515	
Monitoreo 4	AM	0	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
		1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	5
		2	3	0	80	1	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87
	PM	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	4
		1	0	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5
		2	5	2	80	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88
TOTAL		8	8	160	2	3	0	0	5	0	0	2	0	0	0	0	2	2	0	192	

Anexo 2. Resultado del Primer Monitoreo de Residuos Sólidos en Arena en la Playa de Caño Dulce

PLAYA CAÑO DULCE PRIMER MONITOREO									
CATEGORÍA	TIPO	Hora 1 (10:00 am)				Hora 2 (4:00 pm)			
		Servicios	Transición	Reposo	Activa	Servicios	Transición	Reposo	Activa
Residuos de Aguas Residuales	Generales (Condomes, pañales, toallas sanitarias, pelo, similares)	0	0	5	0	0	2	3	0
Residuos Provenientes del Mar	Latas de bebidas, envoltorios de alimentos, botellas plásticas, pañales, similares	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos Gruesos	Partes de carros, electrodomésticos, similares	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos Comunes	Latas de bebidas, envoltorios de alimentos, botellas plásticas, similares	0	70	101	0	0	83	102	5
Residuos Potencialmente Peligrosos	Vidrio roto	0	24	5	0	0	28	6	0
	Otros (Jeringas, cuchillas, similares)	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos Vegetales Voluminosos	Troncos de madera, similares	0	5	0	0	0	5	0	0
Residuos Vegetales No Voluminosos	Hojas, musgos, similares	0	20	30	0	0	30	25	0
Residuos Orgánicos	Animales muertos	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cáscaras de frutas, restos de alimentos, similares	0	0	4	0	0	4	10	0
Poliestireno (Icopor)	Cavas, vasos, láminas, boyas, similares	0	15	7	0	0	16	12	0
Colillas de Cigarrillo	Número	0	8	7	0	0	6	9	0
Acumulaciones	Número	2	1	1	0	2	1	1	0
Aceites	Apariencia	0	0	0	0	0	0	0	0
Heces	Número	0	3	0	0	0	8	0	0
TOTAL por zona		2	146	160	0	2	183	168	5
Total por jornada			308				358		
TOTAL por #Monitoreo					666				

Anexo 3. Resultados del Segundo Monitoreo de Residuos Sólidos en Arena en la Playa de Caño Dulce

PLAYA CAÑO DULCE SEGUNDO MONITOREO									
CATEGORÍA	TIPO	Hora 1 (10:00 am)				Hora 2 (4:00 pm)			
		Servicios	Transición	Reposo	Activa	Servicios	Transición	Reposo	Activa
Residuos de Aguas Residuales	Generales (Condomes, pañales, toallas sanitarias, pelo, similares)	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos Provenientes del Mar	Latas de bebidas, envoltorios de alimentos, botellas plásticas, pañales, similares	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos Gruesos	Partes de carros, electrodomésticos, similares	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos Comunes	Latas de bebidas, envoltorios de alimentos, botellas plásticas, similares	0	8	10	22	0	0	29	15
Residuos Potencialmente Peligrosos	Vidrio roto	0	10	0	0	0	10	0	0
	Otros (Jeringas, cuchillas, similares)	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos Vegetales Voluminosos	Troncos de madera, similares	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos Vegetales No Voluminosos	Hojas, musgos, similares	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos Orgánicos	Animales muertos	0	0	0	2	0	0	0	3
	Cáscaras de frutas, restos de alimentos, similares	2	3	2	1	5	0	8	10
Poliestireno (Icopor)	Cavas, vasos, láminas, boyas, similares	0	0	0	0	0	0	0	0
Colillas de Cigarrillo	Número	0	3	2	2	0	0	5	2
Acumulaciones	Número	0	0	0	0	0	0	0	0
Aceites	Apariencia	0	0	0	0	0	0	0	0
Heces	Número	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL por zona		2	24	14	27	5	10	42	30
Total por jornada			67				87		
TOTAL por #Monitoreo					154				

Anexo 4. Resultado del Tercer Monitoreo de Residuos Sólidos en Arena en la Playa de Caño

Dulce

PLAYA CAÑO DULCE TERCER MONITOREO									
CATEGORÍA	TIPO	Hora 1 (10:00 am)				Hora 2 (4:00 pm)			
		Servicios	Transicion	Reposo	Activa	Servicios	Transicion	Reposo	Activa
Residuos de Aguas Residuales	Generales (Condomes, pañales, toallas sanitarias, pelo, similares)	1	2	0	0	0	0	0	0
Residuos Provenientes del Mar	Latas de bebidas, envoltorios de alimentos, botellas plásticas, pañales, similares	50	29	15	0	4	30	4	9
Residuos Gruesos	Partes de carros, electrodomésticos, similares	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos Comunes	Latas de bebidas, envoltorios de alimentos, botellas plásticas, similares	19	48	10	3	12	29	22	6
Residuos Potencialmente Peligrosos	Vidrio roto	1	0	0	0	0	1	0	0
	Otros (Jeringas, cuchillas, similares)	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos Vegetales Voluminosos	Troncos de madera, similares	2	0	40	0	3	5	3	4
Residuos Vegetales No Voluminosos	Hojas, musgos, similares	0	0	0	0	5	3	0	0
Residuos Orgánicos	Animales muertos	0	0	0	0	20	10	4	0
	Cáscaras de frutas, restos de alimentos, similares	42	29	2	0	10	30	4	1
Poliestireno (Icopor)	Cavas, vasos, láminas, boyas, similares	30	0	0	0	0	9	0	0
Colillas de Cigarrillo	Número	19	40	5	0	7	22	4	0
Acumulaciones	Número	1	1	0	0	0	2	1	0
Aceites	Apariencia	0	0	0	0	0	0	0	0
Heces	Número	0	0	1	0	0	2	0	0
TOTAL por zona		165	149	73	3	61	143	42	20
Total por jornada			390				266		
TOTAL por #Monitoreo					656				

Anexo 5. Resultado del Cuarto Monitoreo de Residuos Sólidos en Arena en la Playa de Caño Dulce

PLAYA CAÑO DULCE CUARTO MONITOREO									
CATEGORÍA	TIPO	Hora 1 (10:00 am)				Hora 2 (4:00 pm)			
		Servicios	Transicion	Reposo	Activa	Servicios	Transicion	Reposo	Activa
Residuos de Aguas Residuales	Generales (Condomes, pañales, toallas sanitarias, pelo, similares)	0	0	0	0	0	1	0	0
Residuos Provenientes del Mar	Latas de bebidas, envoltorios de alimentos, botellas plásticas, pañales, similares	2	6	0	1	3	2	0	3
Residuos Gruesos	Partes de carros, electrodomésticos, similares	1	0	0	0	0	0	0	0
Residuos Comunes	Latas de bebidas, envoltorios de alimentos, botellas plásticas, similares	0	6	5	0	0	6	17	4
Residuos Potencialmente Peligrosos	Vidrio roto	0	3	1	0	0	10	1	0
	Otros (Jeringas, cuchillas, similares)	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos Vegetales Voluminosos	Troncos de madera, similares	6	2	25	0	0	0	30	0
Residuos Vegetales No Voluminosos	Hojas, musgos, similares	0	0	6	0	0	0	3	0
Residuos Orgánicos	Animales muertos	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cáscaras de frutas, restos de alimentos, similares	2	0	8	0	8	0	6	0
Poliestireno (Icopor)	Cavas, vasos, láminas, boyas, similares	0	4	2	0	5	0	2	0
Colillas de Cigarrillo	Número	5	23	7	0	2	0	0	0
Acumulaciones	Número	1	0	2	0	0	0	0	0
Aceites	Apariencia	0	6	0	0	0	0	0	0
Heces	Número	0	2	2	0	0	1	0	0
TOTAL por zona		17	52	58	1	18	20	59	7
Total por jornada			128				104		
TOTAL por #Monitoreo					232				

Anexo 6. Resultados de Residuos Sólidos Flotantes en la Playa de Caño Dulce

Fecha	Playa - Punto de Monitoreo	Categoría de Residuo	Tipo	Peso del Residuo (Jornada a.m.)	Peso del Residuo (Jornada p.m.)	Peso del Residuo P(rs)f (g)	Promedio Numero de pasos	Densidad de residuo solido flotante	Calificacion
Monitoreo N°1 (29 de Julio de 2018)	Caño Dulce	Plásticos	Vasos y cubiertos, Bolsas, Palillos y palitos de bombom, Envases, Empaques	0	0	0	44	0	Excelente
		Papel y cartón	Cartón, Hojas y Servilletas	0	0	0			
		Material orgánico	Restos vegetales y restos animales	0	0	0			
		Telas	Hilos, otros	0	0	0			
		Colillas de cigarrillo	Cigarrillos	0	0	0			
		Otros	Lata	0	0	0			
		Total		0	0	0			
Monitoreo N°2 (2 de septiembre de 2018)	Caño Dulce	Plásticos	Vasos y cubiertos, Bolsas, Palillos y palitos de bombom, Envases, Empaques	0	7.3	7.3	40	0.104214253	Excelente
		Papel y cartón	Cartón, Hojas y Servilletas	0	0	0			
		Material orgánico	Restos vegetales y restos animales	0	0	0			
		Telas	Hilos, otros	0	0	0			
		Colillas de cigarrillo	Cigarrillos	0	0	0			
		Otros	Lata	0	7.3	7.3			
		Total		0	14.6	14.6			
Monitoreo N°3 (30 de septiembre de 2018)	Caño Dulce	Plásticos	Vasos y cubiertos, Bolsas, Palillos y palitos de bombom, Envases, Empaques	0	0.4509	0.4509	34	0.007354156	Excelente
		Papel y cartón	Cartón, Hojas y Servilletas	0	0	0			
		Material orgánico	Restos vegetales y restos animales	0.1692	0.1442	0.3134			
		Telas	Hilos, otros	0	0	0			
		Colillas de cigarrillo	Cigarrillos	0	0	0			
		Otros	Lata	0	0.1262	0.1262			
		Total		0.1692	0.7213	0.8905			
Monitoreo N°4 (28 de octubre de 2018)	Caño Dulce	Plásticos	Vasos y cubiertos, Bolsas, Palillos y palitos de bombom, Envases, Empaques	0	7.3	7.3	34	0.061356912	Excelente
		Papel y cartón	Cartón, Hojas y Servilletas	0	0	0			
		Material orgánico	Restos vegetales y restos animales	0	0	0			
		Telas	Hilos, otros	0	0	0			
		Colillas de cigarrillo	Cigarrillos	0	0	0			
		Otros	Lata	0	0	0			
		Total		0	7.3	7.3			

Anexo 7. Densidad de Usuarios en la Playa de Caño Dulce

CAÑO DULCE											
TIPO DE VISITANTE	CONTEO MEDIODÍA (HORA: 12:00 p.m.)					CONTEO TARDE (HORA: 3:00 p.m.)					PROMEDIO DUP
	Franja A	Franja B	Franja C	Franja D	Franja E	Franja A	Franja B	Franja C	Franja D	Franja E	
MONITOREO 1	Turistas	17	26	78	38	51	16	37	30	29	51
	Vendedores	1	0	2	0	0	3	0	0	0	1
	Autoridad	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	N° PERSONAS (#)	18	26	80	38	51	19	37	30	29	52
	ÁREA FRANJA (m ²)	2000	2200	1800	2000	2200	2000	2200	1800	2000	2200
	VALOR DUP (m ² /#)	111.11	84.62	22.50	52.63	43.14	105.26	59.46	60.00	68.97	42.31
	total			314.00				336.00			
MONITOREO 2		Franja A	Franja B	Franja C	Franja D	Franja E	Franja A	Franja B	Franja C	Franja D	Franja E
	Turistas	64	70	102	49	58	70	66	98	64	76
	Vendedores	1	4	5	1	1	3	2	1	3	0
	Autoridad	0	2	0	0	0	1	0	0	2	2
	N° PERSONAS (#)	65	76	107	50	59	74	68	99	69	78
	ÁREA FRANJA (m ²)	2000	2000	2200	1800	2200	2000	2000	2200	1800	2200
	VALOR DUP (m ² /#)	30.77	26.32	20.56	36.00	37.29	27.03	29.41	22.22	26.09	28.21
	total			150.93				132.95			
MONITOREO 3		Franja A	Franja B	Franja C	Franja D	Franja E	Franja A	Franja B	Franja C	Franja D	Franja E
	Turistas	24	26	96	35	46	40	82	38	45	47
	Vendedores	1	0	2	2	1	3	2	1	0	2
	Autoridad	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
	N° PERSONAS (#)	25	26	98	37	49	43	84	39	45	49
	ÁREA FRANJA (m ²)	2000	2000	2200	2200	2000	2000	2000	2200	2200	2000
	VALOR DUP (m ² /#)	80.00	76.92	22.45	59.46	40.82	46.51	23.81	56.41	48.89	40.82
	total			279.65				216.44			
MONITOREO 3		Franja A	Franja B	Franja C	Franja D	Franja E	Franja A	Franja B	Franja C	Franja D	Franja E
	Turistas	38	26	109	6	17	10	7	56	7	1
	Vendedores	4	1	3	0	1	2	2	0	1	1
	Autoridad	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0
	N° PERSONAS (#)	42	27	112	6	18	12	9	56	10	2
	ÁREA FRANJA (m ²)	2000	2000	2200	1800	2400	2000	2000	2200	1800	2400
	VALOR DUP (m ² /#)	47.62	74.07	19.64	300.00	133.33	166.67	222.22	39.29	180.00	1200.00
	total			574.67				1808.17			

Anexo 8. Resultados de Monitoreos de Microplásticos en la Playa de Puerto Velero

PLAYA PUERTO VELERO																					
RESULTADOS DEL FORMATO DE LABORATORIO MICROPLASTICOS																					
JORNADA	MUESTRA	TIPOLOGIA DE MICROPLÁSTICOS																		Total	
		Fibras			Láminas			Pellets			Aformes			Pegados			Alargados				
	Pasos de análisis	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3		
Monitoreo 1	AM	0	5	9	80	12	4	0	0	1	0	0	0	0	2	0	2	0	0	115	
		1	13	3	80	0	3	0	0	0	0	0	0	0	4	1	0	0	1	0	105
		2	6	5	80	1	4	0	0	0	0	0	0	0	3	2	0	2	0	0	103
	PM	0	1	5	80	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	89
		1	10	2	80	1	12	0	0	5	0	0	0	0	4	2	0	0	0	0	116
		2	3	4	80	12	6	0	0	3	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	109
	TOTAL		38	28	480	28	29	0	0	9	0	0	0	0	12	8	0	4	1	0	637
Monitoreo 2	AM	0	6	6	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13
		1	5	3	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	88
		2	1	1	80	0	2	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	89
	PM	0	2	1	0	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6
		1	0	0	80	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	81
		2	0	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	81
	TOTAL		14	11	320	2	2	0	6	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	358
Monitoreo 3	AM	0	7	1	80	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	92	
		1	4	0	80	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	88	
		2	2	1	80	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87	
	PM	0	6	1	80	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	89	
		1	3	2	80	4	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	92	
		2	5	6	80	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	92	
	TOTAL		27	11	480	6	1	0	6	5	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	540
Monitoreo 4	AM	0	3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	5	
		1	1	2	0	0	1	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	
		2	6	0	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	86	
	PM	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	
		1	3	2	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	85	
		2	0	3	80	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	83	
	TOTAL		13	9	240	0	1	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	267

Anexo 9. Resultados del Primer Monitoreo de Residuos Sólidos en Arena en la Playa de Puerto Velero

PLAYA PUERTO VELERO PRIMER MONITOREO									
CATEGORÍA	TIPO	Hora 1 (10:00 am)				Hora 2 (4:00 pm)			
		Servicios	Transición	Reposo	Activa	Servicios	Transición	Reposo	Activa
Residuos de Aguas Residuales	Generales (Condomes, pañales, toallas sanitarias, pelo, similares)	0	0	0	0	0	0	0	1
Residuos Provenientes del Mar	Latas de bebidas, envoltorios de alimentos, botellas plásticas, pañales, similares	1	2	1	3	0	1	2	2
Residuos Gruesos	Partes de carros, electrodomésticos, similares	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos Comunes	Latas de bebidas, envoltorios de alimentos, botellas plásticas, similares	2	0	2	2	0	0	3	2
Residuos Potencialmente Peligrosos	Vidrio roto	0	1	0	0	0	0	0	0
	Otros (Jeringas, cuchillas, similares)	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos Vegetales Voluminosos	Troncos de madera, similares	0	0	3	1	0	0	0	1
Residuos Vegetales No Voluminosos	Hojas, musgos, similares	1	3	0	0	0	0	0	1
Residuos Orgánicos	Animales muertos	1	1	1	2	0	0	0	0
	Cáscaras de frutas, restos de alimentos, similares	0	0	1	0	0	0	0	1
Poliestireno (Icopor)	Cavas, vasos, láminas, boyas, similares	0	0	0	2	0	0	0	0
Colillas de Cigarrillo	Número	0	0	0	3	0	0	0	0
Acumulaciones	Número	0	0	0	0	0	0	0	2
Aceites	Apariencia	0	0	0	0	0	0	0	0
Heces	Número	0	0	1	0	0	0	2	0
TOTAL por zona		5	7	9	13	0	1	7	10
Total por jornada			34				18		
TOTAL por #Monitoreo					52				

Anexo 10. Resultados del Segundo Monitoreo de Residuos Sólidos en Arena en la Playa de
Puerto Velero

PLAYA PUERTO VELERO SEGUNDO MONITOREO									
CATEGORÍA	TIPO	Hora 1 (10:00 am)				Hora 2 (4:00 pm)			
		Servicios	Transición	Reposo	Activa	Servicios	Transición	Reposo	Activa
Residuos de Aguas Residuales	Generales (Condomes, pañales, toallas sanitarias, pelo, similares)	0	0	0	1	0	0	0	1
Residuos Provenientes del Mar	Latas de bebidas, envoltorios de alimentos, botellas plásticas, pañales, similares	0	0	0	5	0	0	3	0
Residuos Gruesos	Partes de carros, electrodomésticos, similares	0	0	0	3	0	0	0	0
Residuos Comunes	Latas de bebidas, envoltorios de alimentos, botellas plásticas, similares	0	0	1	0	0	0	1	0
Residuos Potencialmente Peligrosos	Vidrio roto	0	0	0	0	0	0	0	2
	Otros (Jeringas, cuchillas, similares)	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos Vegetales Voluminosos	Troncos de madera, similares	0	0	0	1	0	0	0	2
Residuos Vegetales No Voluminosos	Hojas, musgos, similares	0	0	0	2	0	0	3	0
Residuos Orgánicos	Animales muertos	0	0	0	0	0	0	1	0
	Cáscaras de frutas, restos de alimentos, similares	0	0	0	0	0	0	0	2
Poliestireno (Icopor)	Cavas, vasos, láminas, boyas, similares	0	0	0	0	0	0	1	0
Colillas de Cigarrillo	Número	0	0	0	0	0	0	0	0
Acumulaciones	Número	0	0	0	0	0	0	0	0
Accites	Apariencia	0	0	0	0	0	0	0	0
Heces	Número	0	0	0	1	0	0	0	1
TOTAL por zona		0	0	1	13	0	0	9	8
Total por jornada			14				17		
TOTAL por #Monitoreo					31				

Anexo 11. Resultados del Tercer Monitoreo de Residuos Sólidos en Arena en la Playa de Puerto

Velero

PLAYA PUERTO VELERO TERCER MONITOREO									
CATEGORÍA	TIPO	Hora 1 (10:00 am)				Hora 2 (4:00 pm)			
		Servicios	Transición	Reposo	Activa	Servicios	Transición	Reposo	Activa
Residuos de Aguas Residuales	Generales (Condomes, pañales, toallas sanitarias, pelo, similares)	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos Provenientes del Mar	Latas de bebidas, envoltorios de alimentos, botellas plásticas, pañales, similares	6	4	2	0	0	0	0	2
Residuos Gruesos	Partes de carros, electrodomésticos, similares	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos Comunes	Latas de bebidas, envoltorios de alimentos, botellas plásticas, similares	0	0	0	10	0	0	4	0
Residuos Potencialmente Peligrosos	Vidrio roto	0	1	0	0	0	0	0	0
	Otros (Jeringas, cuchillas, similares)	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos Vegetales Voluminosos	Troncos de madera, similares	3	0	0	1	3	0	0	1
Residuos Vegetales No Voluminosos	Hojas, musgos, similares	0	6	0	3	0	0	0	0
Residuos Orgánicos	Animales muertos	0	0	0	0	0	0	0	0
	Cáscaras de frutas, restos de alimentos, similares	0	0	0	0	0	0	0	0
Poliestireno (Icopor)	Cavas, vasos, láminas, boyas, similares	0	0	0	0	0	0	0	0
Colillas de Cigarrillo	Número	0	0	0	0	0	0	0	0
Acumulaciones	Número	0	0	2	0	0	0	2	0
Aceites	Apariencia	0	0	0	0	0	0	0	0
Heces	Número	0	0	0	0	0	3	0	0
TOTAL por zona		9	11	4	14	3	3	6	3
Total por jornada			38				15		
TOTAL por #Monitoreo					53				



Anexo 12. Resultados del Cuarto Monitoreo de Residuos Sólidos en Arena en la Playa de Puerto

Velero

PLAYA PUERTO VELERO CUARTO MONITOREO									
CATEGORÍA	TIPO	Hora 1 (10:00 am)				Hora 2 (4:00 pm)			
		Servicios	Transicion	Reposo	Activa	Servicios	Transicion	Reposo	Activa
Residuos de Aguas Residuales	Generales (Condomes, pañales, toallas sanitarias, pelo, similares)	0	1	0	0	0	1	0	0
Residuos Provenientes del Mar	Latas de bebidas, envoltorios de alimentos, botellas plásticas, pañales, similares	0	6	2	0	0	6	3	0
Residuos Gruesos	Partes de carros, electrodomésticos, similares	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos Comunes	Latas de bebidas, envoltorios de alimentos, botellas plásticas, similares	0	8	0	0	0	8	0	0
Residuos Potencialmente Peligrosos	Vidrio roto	0	1	0	0	0	1	0	0
	Otros (Jeringas, cuchillas, similares)	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos Vegetales Voluminosos	Troncos de madera, similares	0	4	0	0	0	4	5	0
Residuos Vegetales No Voluminosos	Hojas, musgos, similares	0	0	0	0	0	0	0	0
Residuos Orgánicos	Animales muertos	0	3	0	0	0	5	0	0
	Cáscaras de frutas, restos de alimentos, similares	0	0	0	0	0	0	0	0
Poliestireno (Icopor)	Cavas, vasos, láminas, boyas, similares	0	3	5	0	0	4	0	0
Colillas de Cigarrillo	Número	0	2	0	0	0	3	0	0
Acumulaciones	Número	0	3	0	0	0	2	0	0
Aceites	Apariencia	0	0	0	0	0	0	0	0
Heces	Número	0	0	0	2	0	2	0	0
TOTAL por zona		0	31	7	2	0	36	8	0
Total por jornada			40				44		
TOTAL por #Monitoreo					84				


Anexo 13. Resultado de Residuos Sólidos Flotantes en la Playa de Puerto Velero




Fecha	Playa - Punto de Monitoreo	Categoría de Residuo	Tipo	Peso del Residuo (Jornada a.m.)	Peso del Residuo (Jornada p.m.)	Peso del Residuo P(rsf) (g)	Promedio Numero de pasos	Densidad de residuo solido flotante	Calificacion
Monitoreo N°1 (29 de Julio de 2018)	Puerto Velero	Plásticos	Vasos y cubiertos, Bolsas, Palillos y palitos de bombom, Envases, Empaques	0	0	0	40	0	Excelente
		Papel y cartón	Cartón, Hojas y Servilletas	0	0	0			
		Material orgánico	Restos vegetales y restos animales	0	0	0			
		Telas	Hilos, otros	0	0	0			
		Colillas de cigarrillo	Cigarrillos	0	0	0			
		Otros	Lata	0	0	0			
		Total		0	0	0			
Monitoreo N°2 (2 de septiembre de 2018)	Puerto Velero	Plásticos	Vasos y cubiertos, Bolsas, Palillos y palitos de bombom, Envases, Empaques	0	2.6	2.6	40	1.457816377	Bueno
		Papel y cartón	Cartón, Hojas y Servilletas	0	0	0			
		Material orgánico	Restos vegetales y restos animales	148.4	55.7	204.1			
		Telas	Hilos, otros	0	0	0			
		Colillas de cigarrillo	Cigarrillos	0	0	0			
		Otros	Lata	0	0	0.1			
		Total		148.4	58.3	206.8			
Monitoreo N°3 (30 de septiembre de 2018)	Puerto Velero	Plásticos	Vasos y cubiertos, Bolsas, Palillos y palitos de bombom, Envases, Empaques	0	0	0	23	0	Excelente
		Papel y cartón	Cartón, Hojas y Servilletas	0	0	0			
		Material orgánico	Restos vegetales y restos animales	0	0	0			
		Telas	Hilos, otros	0	0	0			
		Colillas de cigarrillo	Cigarrillos	0	0	0			
		Otros	Lata- poliestireno	0	0	0			
		Total		0	0	0			
Monitoreo N°4 (28 de octubre de 2018)	Puerto Velero	Plásticos	Vasos y cubiertos, Bolsas, Palillos y palitos de bombom, Envases, Empaques	3.3197	2.3111	5.6308	31	0.052447839	Excelente
		Papel y cartón	Cartón, Hojas y Servilletas	0	0	0			
		Material orgánico	Restos vegetales y restos animales	0	0	0			
		Telas	Hilos, otros	0	0	0			
		Colillas de cigarrillo	Cigarrillos	0	0	0			
		Otros	Lata	0	0	0			
		Total		3.3197	2.3111	5.6308			

Anexo 14. Densidad de Usuarios en la Planaya de Puerto Velero




PUERTO VELERO												
TIPO DE VISITANTE	CONTEO MEDIODÍA (HORA: 12:00 p.m.)					CONTEO TARDE (HORA: 3:00 p.m.)					PROMEDIO DUP	
	Franja A	Franja B	Franja C	Franja D	Franja E	Franja A	Franja B	Franja C	Franja D	Franja E		
MONITOREO 1	Turistas	6	12	5	15	6	0	14	28	31	18	78.37
	Vendedores	1	2	0	3	5	0	0	0	1	3	
	Autoridad	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	
	N° PERSONAS (#)	7	14	5	18	13	0	14	28	32	22	
	ÁREA FRANJA (m²)	700	700	1400	1400	700	700	700	1400	1400	700	
	VALOR DUP (m²/#)	100.00	50.00	280.00	77.78	53.85	0.00	50.00	50.00	43.75	31.82	
MONITOREO 2	total	561.62					175.57					101.10
		Franja A	Franja B	Franja C	Franja D	Franja E	Franja A	Franja B	Franja C	Franja D	Franja E	
	Turistas	10	3	2	6	5	11	37	10	12	27	
	Vendedores	2	0	1	0	2	4	5	6	2	0	
	Autoridad	0	1	0	2	1	0	0	1	0	0	
	N° PERSONAS (#)	12	4	3	8	8	15	42	17	14	27	
MONITOREO 3	ÁREA FRANJA (m²)	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	107.98
	VALOR DUP (m²/#)	66.67	200.00	266.67	100.00	100.00	53.33	19.05	47.06	57.14	29.63	
	total	733.33					206.21					
		Franja A	Franja B	Franja C	Franja D	Franja E	Franja A	Franja B	Franja C	Franja D	Franja E	
	Turistas	7	4	6	9	2	30	11	31	28	11	
	Vendedores	3	0	2	4	0	4	2	2	2	0	
MONITOREO 3	Autoridad	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	42.68
	N° PERSONAS (#)	10	4	8	14	2	36	13	33	30	11	
	ÁREA FRANJA (m²)	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	
	VALOR DUP (m²/#)	80.00	200.00	100.00	57.14	400.00	22.22	61.54	24.24	26.67	72.73	
	total	837.14					207.40					
		Franja A	Franja B	Franja C	Franja D	Franja E	Franja A	Franja B	Franja C	Franja D	Franja E	
MONITOREO 3	Turistas	14	10	13	10	14	30	23	15	10	23	42.68
	Vendedores	12	3	4	1	10	10	15	3	2	10	
	Autoridad	0	0	0	2	1	2	0	0	0	0	
	N° PERSONAS (#)	26	13	17	13	25	42	38	18	12	33	
	ÁREA FRANJA (m²)	800	800	800	800	800	800	800	800	800	800	
	VALOR DUP (m²/#)	30.77	61.54	47.06	61.54	32.00	19.05	21.05	44.44	66.67	24.24	
total		232.90					175.45					

Anexo 15. Formato Metodológico ICAE_RSA_05-FC




INDICE DE CALIDAD AMBIENTAL DE PLAYAS TURISTICAS (ICAPTU) INDICADOR DE CALIDAD AMBIENTAL ECOSISTEMICA (ICAE) FORMATO DE CAMPO PARA LA VALORACIÓN DEL PARAMETRO RESIDUOS SOLIDOS (ARENA)									
	Nombre del Evaluador	Fecha/Hora				Consecutivo Interno			
	Departamento	Guajira	Magdalena	Ciudad/ Municipio	Riohacha	Santa Marta	Tubará	Cartagena	Otro:
Nombre de la Playa	Riohacha	Mayaguez	Playa Bolívar	Bello	Cabo	Puerto	Bocagrande	Punta	Otro:



Anexo 16. Formato Metodológico ICAE_DUP_02-FC

 INDICE DE CALIDAD AMBIENTAL DE PLAYAS TURISTICAS (ICAPTU) INDICADOR DE CALIDAD AMBIENTAL RECREATIVA (ICAR) MEDICION DE LA DENSIDAD DE USUARIOS EN PLAYAS FORMATO DE CAMPO ICAPTU_DUP_02-FC										 	
Nombre del Evaluador	Fecha/Hora					Consecutivo Interno					
Departamento	Guajira Atlántico	Magdalena Bolívar	Ciudad/Municipio	Riohacha	Santa Marta	Tubará	Cartagena	Otro:			
Nombre de la Playa	Riohacha	Mayapo	Playa Blanca	Bello Horizonte	Caño Dulce	Puerto Velero	Bocagrande	Punta Arena			

Anexo 17. Formato Metodológico ICAE_MP_03-FC


		ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL DE PLAYAS TURÍSTICAS (ICAPTU) INDICADOR DE CALIDAD AMBIENTAL ECOSISTÉMICA (ICAE) FORMATO PARA LA VALORACIÓN DE MICROPLÁSTICOS EN ARENA						 	
Nombre del Evaluador				Fecha/Hora				Consecutivo Interno	
Departamento	Guajira Atlántico	Magdalena Bolívar	Ciudad/Municipio	Riohacha	Santa Marta	Tubará		Cartagena	Otro:
Nombre de la Playa	Riohacha	Mayapo	Playa Blanca	Bello Horizonte	Caño Dulce	Puerto Velero		Bocagrande	Punta Arena

Anexo 18. Formato Metodológico ICAE_RSA_03-FC

		ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL DE PLAYAS TURÍSTICAS (ICAPTU) INDICADOR DE CALIDAD AMBIENTAL ECOSISTÉMICA (ICAE) FORMATO PARA LA VALORACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS EN ARENA							
Nombre del Evaluador				Fecha/Hora	Consecutivo Interno				
Departamento	Guajira Atlántico	Magdalena Bolívar	Ciudad/Municipio	Riohacha	Santa Marta	Tubará	Cartagena	Otro:	
Nombre de la Playa	Riohacha	Mayapo	Playa Blanca	Bello Horizonte	Caño Dulce	Puerto Velero	Bocagrande	Punta Arena	


Anexo 19. Formato Metodológico ICAE_RSF_03-FC





ICAPU

ÍNDICE DE CALIDAD AMBIENTAL DE PLAYAS TURÍSTICAS (ICAPU)
INDICADOR DE CALIDAD AMBIENTAL ECOSISTÉMICA (ICAE)
FORMATO PARA LA VALORACIÓN DE RESIDUOS SÓLIDOS FLOTANTES



SGR

Nombre del Evaluador			Fecha/Hora			Consecutivo Interno		
Departamento	Guajira Atlántico	Magdalena Bolívar	Ciudad/Municipio	Riohacha	Santa Marta	Tubará	Cartagena	Otro:
Nombre de la Playa	Riohacha	Mayapo	Playa Blanca	Bello Horizonte	Caño Dulce	Puerto Velero	Bocagrande	Punta Arena
Condiciones Especiales	Eventos deportivos		Eventos culturales		Eventos sociopolíticos (manifestaciones, campañas políticas o educativa, similares)		Eventos naturales	(gestión del riesgo)

FÓRMULA PARA CALCULAR EL NUMERO DE PASOS

$$N = \frac{\sum n_1 + n_x}{5}$$

N: Numero de pasos
n: Numero de pasos por transecto
5 : Número de secciones

FÓRMULA PARA CALCULAR EL NIVEL DE RESIDUOS SÓLIDOS FLOTANTES

D(rsf) Densidad Residuo Sólido Flotante

Prsf Peso de residuo sólido Flotante (gr)

N Numero de pasos

a 0.66

b 0.1875

$$D(rsf) = \frac{Prsf}{N * a * b}$$

CATEGORÍA	TIPO	a	b	Peso de residuo sólido flotante (gr)	Número de pasos (N)	Densidad de residuo sólidos
Plástico	Vasos, cubiertos, bolsas, pitillos, envoltorios de alimentos, botellas, mallas, similares.	0.66	0.1875			
	Cartón, hojas, servilletas, similares.	0.66	0.1875			
Papel y Cartón	Restos de alimentos y vegetales, cáscaras de frutas, similares.	0.66	0.1875			
Residuos Orgánicos	Vasos, láminas, cavas, similares.	0.66	0.1875			
Poliestireno (Icopor)	Cigarillos	0.66	0.1875			
Colillas de Cigarrillo	Latas, heces fecales, etc.	0.66	0.1875			
Otro						

Anexo 20. Registro Fotográfico



Figura 58. Residuos Sólidos Flotantes. Fuente: Autor



Figura 59. Toma de Muestras de Residuos Sólidos Flotantes. Fuente: Autor



Figura 60. Toma de Muestras de Microplásticos. Fuente: Autor



Figura 61. Muestreo de Microplásticos. Fuente: Autor



Figura 62. a. Muestra de Microplásticos playa Caño Dulce, Tercer monitoreo, punto 0, 10:00 a.m. b. Muestra de Microplásticos playa Caño Dulce, Tercer monitoreo, punto 1, 10:00 a.m. Fuente: Autor

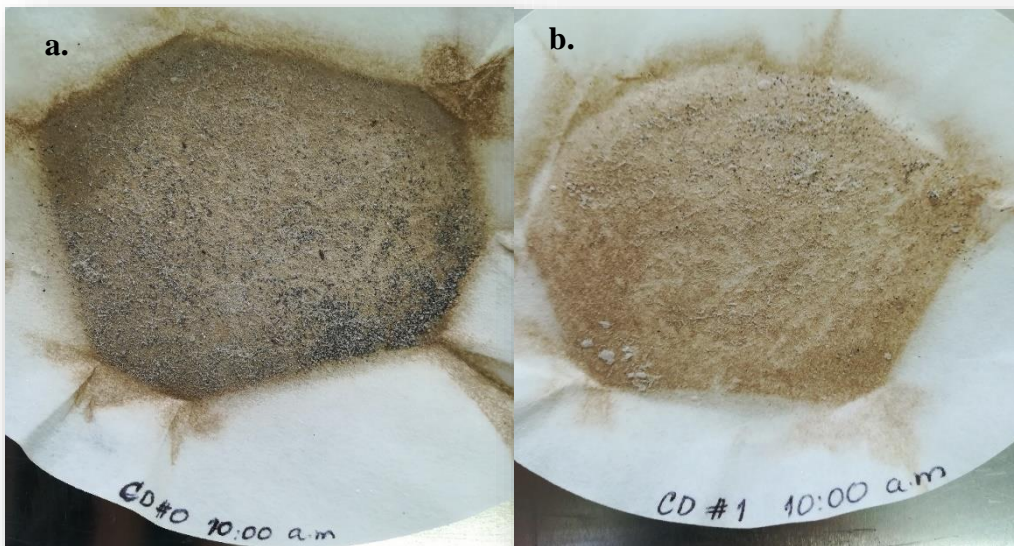


Figura 63. a. Muestra de Microplásticos playa Puerto Velero, Primer monitoreo, punto 0, 10:00 a.m. b. Muestra de Microplásticos playa Puerto Velero, Primer monitoreo, punto 2, 02:00 p.m Fuente: Autor



Figura 64. Fibra negra de microplastico. Tomado de: Autor



Figura 65. Fibra Blanca de Microplastico. Fuente: Autor



Figura 66. Fibra de microplastico. Fuente: Autor



Figura 67. Fibra de Microplastico. Fuente: Autor



Figura 68. Equipos. Tomado de: Autor



Figura 69. Pesaje de la muestra de sedimento. Fuente: Autor



Figura 70. Tamizaje de las muestras de sedimento. Fuente: Autor



Figura 71. Residuos Sólidos en Arena. Fuente: Autor

